جامعة المنيا
كلية الزراعة
قسم الإنتاج الحيواني

بسم الله الرحمن الرحيم

# مبادئ تغذية الحيوان

تجهيز وإعداد

دكتور
سمير توفيق محمد فهمي
استاذ تغذية الحيوان
كلية الزراعة – جامعة المنيا

دكتور
عادل عبد الله عبد الغني
أستاذ تغذية الحيوان المساعد
كلية الزراعة – جامعة المنيا

# المحتويـــات

تغذيـــة الحـــيوان هو علم يرتبط بالكيمياء للتعرف على مكونات الغذاء المختلفة من العناصر الغذائية وكذلك التعرف على كيفية استفادة انسجة الحيوان من هذه العناصر الغذائية وتمثيلها وتحويلها إلى مكونات سواء تخزن فى جسم الحيوان أو تخرج خارج جسم الحيوان مـــثل اللبـــن كمـــا يرتبط علم تغذية الحيوان بالفسيولوجى من حيث امتصاص نواتج هضم العناصــــر الغذائـــية والـــتخلص من العناصر الغذائية الغير مهضومة والغير ممتصة وكذلك العوامل المؤثرة على وظائف الأعضاء والأجهزة المختلفة بجسم الحيوان فيما يتعلق بإفراز الانـــزيمات والهرمونات المؤثرة فى نشاط وانتاجية الحيوان وبالتالى المؤثرة فى احتياجات الحـــيوان مـــن العناصر الغذائية فى المراحل العمرية المختلفة . ويرتبط علم تغذية الحيوان بعلـــم المحاصـــيل بصفة عامة ومحاصيل الأعلاف بصفة خاصة حيث أنها المصدر الأساسى لغـــذاء الحيوان فالنبات يكون العناصر الغذائية المختلفة من مواد أولية (عناصر معدنية من التربة والأسمدة ، الماء ، ثانى أكسيد الكربون ، الأكسجين من الهواء الجوى بالإضافة إلى الطاقـــة الضـــوئية المنبعـــثة مـــن أشـــعة الشـــمس) من هذه المواد الأولية يكون النبات الكربوهـــيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات وغيرها من المكونات العضوية المختلفة والتى يتناولها الحيوان فى غذائه ويقوم بهضمها (تحويلها إلى مركبات غذائية بسيطة يمكن امتصاصـــها من القناة الهضمية إلى الدورة الدموية من خلال جدر القناة الهضمية) حيث لا تســـتطيع الأنســـجة الحيوانية تكوين تلك المكونات من المصادر الأولية فالحيوان يعتمد فى غذائه على النبات . كما يرتبط علم تغذية الحيوان بعلم الأراضى والمياه بطريقة غير مباشرة مـــن خلال تأثير التربة الزراعية على محتوى الغذاء من العناصر المعدنية وكذلك مياة الرى وما تمد به النبات من عناصر يحتاجها لنموه فمحتوى النبات من العناصر الغذائية والمعدنية علـــى وجـــه الخصوص يعتمد على نوعية التربة الزراعية وكذلك مياة الرى المستخدمة فى زراعـــته وحـــتى تغذية الحيوان عليه كما تتأثر نوعية ومكونات أغذية الحيوان تبعاً لفترات ســـطوح الشـــمس ودرجـــات الحرارة والرطوبة فنباتات المناطق الجافة تختلف عن نباتات المناطق كثيرة الأمطار والاستوائية من حيث محتواها من العناصر الغذائية المختلفة .

وبالاضـــافة إلى ما سبق فإن تغذية الحيوان تعتمد على المهارة والمتابعة الشخصية والحساســـية لمـــا يطرأ على الحيوان من تطورات سلوكيات فتغذية الحيوان فن أيضاً فهناك أختلافات فردية بين الحيوانات وبعضها وبوسائل رعاية للحيوان قد يزيد معدل انتاجة ويمكن تفادى عدوى مرضية أو التخلص من اصابات طفيلية داخلية كانت ام خارجية .

وسنتناول بإيجاز شديد بعض الموضوعات التى نراها هامة للالمام بتغذية الحيوانات المزرعية وهذه الموضوعات هي :-

أ- تعريف الغذاء والتغذية .

ب-المكونات الأساسية للغذاء .

ت-هضم العناصر الغذائية واستفادة الحيوان منها

ث-المصادر الغذائية المختلفة .

ج-الاحتياجات الحيوانية من العناصر الغذائية .

ح-تكوين العلائق التى تفى بالاحتياجات الغذائية لحيوانات اللبن وحيوانات التسمين.

خ-بعض الاتجاهات الحديثة فى تغذية الحيوان .

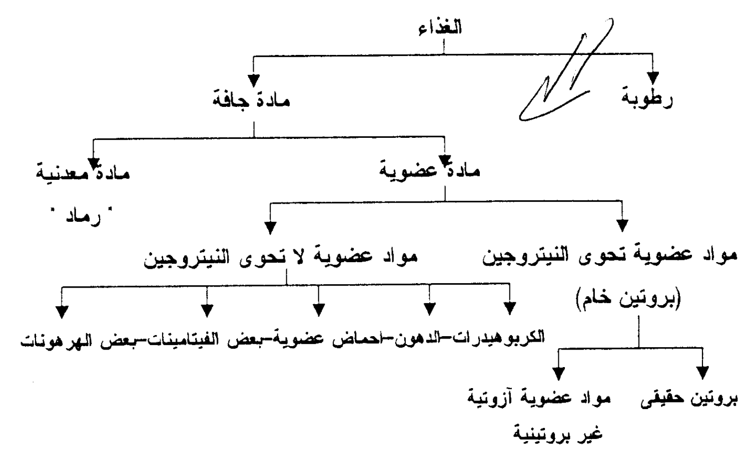
## أ- تعريف الغذاء والتغذية :-

الغذاء هو كل ما يتناوله أو يبتلعه أو يحتويه داخل الفم من مركبات غذائية ثم يجرى علـيها عملـيات الهضم المختلفة (ميكانيكية – كيماوية – ميكروبيولوجية) ويمتص الجزء المهضوم منها والتخلص من الجزء الغير مهضوم .

أمـا الـتغذية فهى تقديم الغذاء للحيوان أو انتقال الحيوان حيث يوجد الغذاء للرعى وهـناك نظم وأساليب مختلفة للتغذية كتقديم الغذاء بكميات محددة للحيوان بما يتناسب مع احتياجاته سواء كان ذلك فى وجبة واحدة أو عدة وجبات أو اشتمل الغذاء على مواد غذائية يأكل منها الحيوان قدر طاقته (لحد الشبع) . وهناك معايير ونظم مختلفة للتغذية تبعاً لنوعية الحيوان ومستوى انتاجه وحالته الفسيولوجية .

والغذاء بصفة عامة يتكون من جزئين اساسين هما الرطوبة والمادة الجافة . وتلك المـادة الجافة تشتمل على قسمين هما المادة العضوية والعناصر المعدنية . وتحوى المادة العضـوية كـل مـن المـواد الـتى تحوى النيتروجين فى تركيبها وتسمى (مواد عضوية نيتروجينـية) ومـواد لا تحـوى النيتروجيـن فـى تكويـنها وتسمى (مواد عضوية غير نيتروجينـية) وتشـمل الكربوهيدرات – الدهون – الأحماض العضوية – بعض الفيتامينات وكذلـك بعـض الهـرمونات . بيـنما تشمل المواد العضوية النيتروجينية كل من البروتين الحقـيقى والمـواد الآزوتـية الغير بروتينية وهما معاً يكونان البروتين الخام . وسنوضح باختصار شديد هذه العناصر الغذائية المختلفة من حيث أهميتها وعلاقتها بتغذية الحيوان .

والرسم التخطيطى التالى يوضح تلك العناصر الغذائية المكونة لغذاء الحيوان وتختلف الأغذية فيما بينها فى طبيعة تكوين تلك العناصر الغذائية ونسبة كل منها وقابلية كل منها للهضم والامتصاص فى جسم الحيوان .




**الرطوبة (الماء) :-**

المـاء هو العنصر الغذائى الموجود بأعلى نسبة فى الأنسجة النباتية والحيوانية فى صـورتها الطبيعـية الحية . فالماء يمثل من ٧١-٧٣% من الأنسجة الحيوانية الخالية من الدهـن (Fat free animal's body weight) حيث أن الدهن هو العنصر الغذائى الذى يـتأثر بعوامـل عديـدة منها مستوى التغذية . وللماء وظائف حيوية هامة للجسم لا يمكن الاستغناء عنها ومنها :-

١- وسط لحدوث التفاعلات الانزيمية التى تؤدى إلى هضم المواد الغذائية .

٢- تسهيل عملية البلع حيث يمثل المكون الأعظم للعاب وكذلك ترطيب الفم والتذوق .

٣- وسـط لـنقل العناصـر الغذائية ومكونات الغذاء من بداية القناة الهضمية بالفم وحتى التخلص من المكونات التى ثم تهضم ولم تمتص .

٤- وسط لامتصاص نواتج الهضم وانتقالها من تجويف القناة الهضمية إلى الدورة الدموية وكذلـك توزيـع العناصـر الغذائية ونواتج التمثيل الغذائى على الأنسجة والخلايا المختلفة

بالجسم وحمل النواتج النهائية لعمليت التمثيل الغذائى وكذلك السموم المحتجزة بالكبد أو الكلى إلى خارج الجسم سواء من خلال البول أو الروث أو العرق .

٥- تسهيل حركة المفاصل والعضلات والجفون .

٦- يحيط بالأنسجة العصبية والجهاز العصبى المركزى كوسيلة حماية وتغذية وتخلص من الفضلات .

٧- يحيط بالأنسجة الجينية وناتج التلقيح والأخصاب كوسيلة حماية .

٨- يوجد فى الأذن الداخلية ويعمل على الاتزان للجسم كما أنه وسط لنقل الموجات الصوتية والمساعدة فى حاسة السمع .

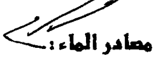
٩- المحافظة على درجة حرارة الجسم من خلال افراز العرق وتبخره حيث يتميز الماء بارتفاع درجة حرارته النوعية فهو يمتص كمية كبيرة من الحرارة لكى ترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية وكذلك يتميز الماء بارتفاع درجة الحرارة الكامنة للتبخير فيستهلك كمية كبيرة من الحرارة بالجسم لكى تتحول من الصورة السائلة إلى الصورة الغازية مما يساعد فى المحافظة .

١٠-وسط لحمل الهرمونات من مواقع افرازها وتخزينها إلىالمواقع التى تتأثر بها .

١١-يمثل الماء ٨٥-٨٧% تقريباً من كمية اللبن المفرزة .

هذا الماء الواجب توفره بصفة مستمرة امام الحيوانات وبصورة مناسبة لتناولها وصالحة للشرب وفى حالة تأثره بشوائب سواء كانت عضوية أو معدنية فإن استهلاك الحيوان له يتأثر وبالتالى تتأثر الكمية المأكولة من الغذاء وبالتالى ينخفض مستوى انتاج الحيوان بل قد تتأثر حالته الصحية والفسيولوجية بصفة عامة .

فالماء الصالح للشرب يجب ان يقل محتواه من الأملاح الذائبة عن ٢٥٠٠ملجم/لتر (٠,٢٥%) وقد تتحمل الحيوانات زيادة هذه النسبة إلى ١,٥% ولكن استساغتها له تتأثر . كما أن لبعض العناصر المعدنية تأثير سام عند تواجدها بتركيزات ١٠٠ إلى ٢٠٠ جزء فى المليون من النترات وكذلك الفلورين وبعض العناصر الثقيلة كما أن وجود أيون السلفات بتركيز ١جم/لتر يؤدى إلى حدوث أسهال وكذلك فإن الماء الذى يحتوى على أكثر من ١% كلوريد صوديوم لا يعتبر ماءً صالحاً للشرب حيث لا تتحمل الدواجن هذا التركيز .

## مصادر الماء :- 

ويحصل الحيوان على ما يحتاجه من الماء من عدة مصادر هي :-

١- مـاء الشـرب والذى تتوقف كميته على مدى صلاحيته وكذلك الحالة الفسيولوجية والانتاجية والعمرية للحيوان .

٢- الـرطوبة المـتواجدة بالغذاء والتى تختلف تبعاً لنوعية الغذاء سواء كان محصول علـف أخضر طارج أو كان جافاً فهو يحوى قدراً من الرطوبة تتراواح نسبتها من ١١-٨٨% فى غالبية الأغذية .

٣- المـاء الميتابولـيزمى وهـو الماء الناتج من عمليات التمثيل الغذائى التى تحدث بالخلايـا والـذى كـان متواجداً بالتركيب الكيماوى للعناصر الغذائية وعند التمثيل الغذائى للكربوهيدرات ينتج ٠,٦جم ماء من كل ١جم .

وينتج من التمثيل الغذائى للبروتينات ٠,٤جم ماء من كل ١جم .

وينتج من التمثيل الغذائى للدهون ١,٠جم ماء من كل ١جم وذلك كمتوسط عام .

ويفقـد الماء من الجسم من خلال البول ، الروث ، البخر من خلال الرئتين أثناء الزفير وكذلـك من سطح الجلد وكذلك من خلال كمية اللبن المفرزة يفقد الحيوان كميات كبيرة من الماء . وتختلف كمية الماء المفقودة من الجسم من خلال هذه الصور المختلفة تبعاً لنوعية الغـذاء فبزيادة البروتين بالغذاء يزداد الفقد من خلال البول وكذلك بزيادة الأملاح وباحتواء الغـذاء علـى كميات كبيرة من الرطوبة مثل محاصيل العلف الأخضر يزداد الفقد من خلال الروث وبارتفاع درجات الحرارة يزداد الفقد من خلال سطح الجسم وبازدياد مستوى التغذية وانتاجـية الحـيوان من اللبن يزداد الفقد فى صورة اللبن كما أن بزيادة محتوى الغذاء من الألـياف يقـل اخراج الماء من خلال الروث . وتختلف كمية الماء المفقود من خلال الروث تـبعاً لـنوع الحيوان فتخرج الماشية قدر أكبر من الماء خلال الروث عند مقارنتها بالأغنام وذلـك عـند تقديـم غذاء واحد لكل من الماشية والأغنام . وتعبر كمية الماء بالروث عن محتوى الغذاء من الرطوبة .

ويعتـبر المـاء أيضاً مصدراً لحصول الحيوانات علىقدر من العناصر المعدنية مثل كلوريـد الصـوديوم والذى يحصل الحيوان على ٢٠-٤٠% من احتياجاته من كلوريد الصـوديوم مـن خلال الماء المقدم للشرب وكانت هذه النسبة ٧-٢٨% من احتياجات الحيوان من الكالسيوم ويحصل الحيوان على ٦-٩% من احتياجاته من الماغنسيوم من خـلال ماء الشرب وكذلك ٢٠-٤٥% من احتياجاته من الكبريت يحصل عليها من ماء الشرب .

وتختلف الحيوانات فى مقدار الماء الذى تحتاجه تبعاً لنوعها ونوع الغذاء والظروف الجوية المحيطة بالحيوان والحالة الفسيولوجية والانتاجية للحيوان .

## الكربوهيدرات Carbohydrates

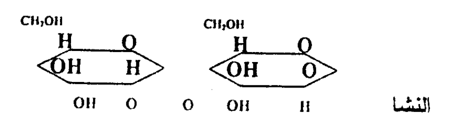
هـــى من مكونات المادة العضوية بالغذاء وتمثل النسبة الغالبة بين العناصر الغذائية وتـــتكون اساســـاً من كربون ،اكسجين ، هيدروجين والاخيرين يتواجدان بنسبة ٢ : ١ كنســـبة وجودهمـــا فى الماء وإن كانت هذه القاعدة العامة ولكن توجد بعض المركبات الـــتابعة للكربوهيدرات تختلف فيها هذه النسبة . وهى تمثل مصدر الطاقة الاساسى فى غـــذاء الحـــيوان . وهو مكون غذائى يتم تخليقه بصفة مستمرة بواسطة النباتات خلال عمليات التمثيل الكلوروفيللى وفى وجود الضوء مستخدماً الناتج النهائى لهضم واكسدة الكربوهـــيدرات وهو ثانى اكسيد الكربون حيث تتم اعادة استخدامه فى عمليات التمثيل الضوئى واعادة تكوين الكربوهيدرات ثانياً .

والمكـــون الاساســـى (الوحدة البنائية) للكربوهيدرات فى غذاء الحيوان هي السكر الأحادى المحتوى على ستة ذرات كربون وهو الجلوكوز هذا بجانب السكريات الاحادية الاخرى السداسية والخماسية والاحماض السكرية .

وتمـــثل الكربوهيدرات ٧٠% تقريباً من المادة الجافة للأعلاف الخضراء وقد تصل نسبتها إلى أكثر من ذلك فى الحبوب النجيلية .

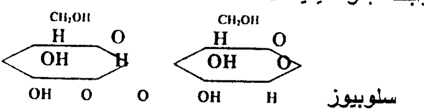
والكربوهيدرات تشمل عدة مركبات منها ما يتكون من وحدة بنائية واحدة (سكريات أحادية) ومنها ما يتكون من وحدتين (سكريات ثنائية) وهكذا وحتى تسعة وحدات بنائية حيث تسمى Oligosacharides أى ذات العدد القليل من الوحدات وهى ذات مذاق حلو . كمـــا قـــد تتكون من مركبات عديدة الوحدات البنائية Ploysacharides (عشرة وحدات فأكـــثر إلى عدة آلاف) مثل النشا – السيليلوز – الهيميسيليلوز – البكتين وجميعها تتبع الكربوهـــيدرات عديـــدة الوحـــدات البنائـــية . وهذه الوحدات العديدة قد تكون متجانسة "متشـــابهه" مثل النشا والسليلولوز فيشملان على عديد من وحدات سكر الجلوكوز وإن كانا يختلفان فى الرابطة بين هذه الوحدات .

فالنشـــا هـــو عديد من سكر المالتوز والذى يتكون من وحدتين من سكر الجلوكوز مرتبطتين برابطة جلوكسيدية . 1-4α



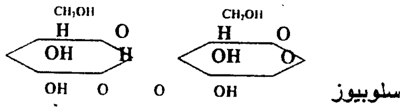

النشا

بينما السليلوز فهو عديد من سكر السلوبيوز والذى يتكون من وحدتين من سكر الجلوكوز مرتبطين برابطة جلوكسيدية 1-4B




سلوبيوز

السيليلوز




سلوبيوز

ويعتبر كل من سكر الجلوكوز والفركتوز من أكثر السكريات الأحادية تواجداً فى الأنسجة النباتية فى غذاء الحيوان بينما يتواجد سكر الجلوكوز فى جسم الحيوان بنسبة ضئيلة فى حدود ٠,١٢% كما يتحول سكر الفركتوز إلى سكر جلوكوز حيث يتم اشتراكه فى مراحل التمثيل الغذائى .

وكل من النشا والسليلوز هما من الكربوهيدرات عديدة التسكر المتجانسة والوحدة النباتية لكل منهما سكر الجلوكوز إلا أن النشا يتم تحليله بانزيمات الاميليز المختلفة بالعصارات الهاضمة إلى وحداته الأولية بينما لا تمتلك الأنسجة الحيوانية القدرة على تخليقة انزيمات السيليوليز المتعددة والمسئولة عن تحلل السليلوز إلى وحداته البنائية بينما يتم تلك فى الحيوانات المجترة بقدرة الكائنات الحية الدقيقة التى تسكن الكرش والشبكية على تخليق انزيمات السيليوليز وكذلك أيضاً فى الأمعاء الغليظة . وبالنسبة لحيوانات الفصيلة الخيلية والارانب فيتم ذلك فى الأعور والقولون (الأمعاء الغليظة) بينما فى الحيوانات وحيدة المعدة فيتم ذلك بنسبة ضئيلة فى نهاية القناة الهضمية لما قد تحويه من بعض الخلايا الميكروبية ولكن مقدار الاستفادة من نواتج تحلل السليلوز فى هذه المناطق يكون محدوداً حيث أن الأمعاء الدقيقة هو الجزء الاساسى من القناة الهضمية والذى تتم به عمليات الامتصاص . وهذا يبين نوع من الحياة التكافلية بين الحيوانات المجترة وما يحويه كل من الكرش والشبكية من كائنات حية دقيقة . فالحيوان المجتر يوفر لها الوسط الذى تعيش فيه والغذاء بينما تقوم هى بعمليات تخمر ميكروبية يستفيد الحيوان المجتر من نواتجها .

ويعتبر كل من الهيميسليلوز والبكتين والمود الصمغية مواد كروهيدراتية عديدة غير متجانسة حيث ينتج عند تحللها بفعل انزيمات تفرزها الكائنات الحية الدقيقة نواتج مختلفة

(ســكريات خماسية- سكريات سداسية – احماض سكرية) والناتج النهائى لعمليات التخمر الميكروبية للكربوهيدرات هي الأحماض الدهنية الطيارة ، ك أ، ، الميثان ، خلايا ميكروبية جديدة .

وتعتــبر الاحماض الدهنية الطيارة (حامض الخليك – البروبيونيك – البيوتريك) هي المصــدر الاساســى للطاقة الذى يستفيد منه الحيوان المجتر وكذلك الخلايا الميكروبية فى تكويــن خلايــا ميكروبية جديدة والتى يستفيد منها الحيوان المجتر عند انتقالها إلى المعدة الحقيقية والأمعاء حيث يتم هضمها والاستفادة من نواتج هضمها .

وعند زيادة محتوى الغذاء من الكربوهيدرات عن قدرة الحيوان وانزيماته الهاضمة وكذلــك قــدرة المــيكروبات بالكرش والشبكية عن هضمها فيتسبب ذلك فى حدوث اسهال للحــيوانات حيــث ينتقل هذا الجزء الغير مهضوم إلى الأمعاء الغليظة حيث يتم تخمره بفعل الكائــنات الحــية الدقيقة المتواجدة فى هذا الجزء من القناة الهضمية وينتج عنها احماض دهنــية مما يدفع سوائل الجسم للانتقال من مجرى الدم إلى تجويف القناة الهضمية لتخفيف الاثر الحامضى لتلك الاحماض والتخلص منها مما ينتج عنه حدوث اسهال لتلك الحيوانات .

وتخــتلف الســكريات فــيما بينها فى معدل امتصاصها حيث يتميز سكر الجلوكوز والفركــتوز عن السكريات الخماسية الزيلوز ، الارابينوز . وتتحول السكريات الممتصة أو نســبة كبيرة منها إلى جلوكوز قبل تخزينها بالأنسجة الحيوانية فى صورة جليكوجين وهو عــبارة عــن سلاسل متشعبة من وحدات الجلوكوز مرتبطة ببعضها بروابط جلوكسيدية فى الصــورة الفــا ٤-١،٤-٦ والــذى يســتخدم كمصــدر للطاقة للنشاط العضلى . كما يعمل الجليكوجيــن أيضــاً كوســيلة للمحافظــة علــى تركيز الجلوكوز بالدم فى معدل شبه ثابت والحــيوانات حديثة الولادة تماثل الحيوانات وحيدة المعدة حيث لم تتطور المعدة بعد وتتكون العشــيرة الميكروبــية حيث يعتمد الحيوان فى هذه المرحلة العمرية على اللبن اساسا ومع الــتحول إلــى الأغذيــة الصــلبة نسـّبياً يصاحبها تطور الكرش والشبكية وتواجد العشيرة الميكروبــية بصــورة طبيعــية ويكــون ذلك عند عمر ١٠-١٢ أسبوع وتبعاً لمدى اعتماد الحــيوان على الأغذية الصلبة والمالئة المحتوية على نسبة مرتفعة من الألياف حيث تساعد نواتــج الهضم الميكروبى لها "الاحماض الدهنية الطيارة" على الاسراع بمعدل تطور وفعالية الكرش .

وتكــون نسبة حامض الخليك هي الغالبة فى حالة احتواء الغذاء على نسبة مرتفعة من الألياف "السيليلوز" حيث قد تصل إلى ٥٥-٧٥% من مجموع الاحماض الدهنية الطيارة الــناتجة بيــنما تقل هذه النسبة عند انخفاض نسبة الألياف وارتفاع نسبة السكريات الذائبة

"المواد المركزة" فقد تقل إلى ٤٠-٥٥% بينما ترتفع نسبة حامض البروبيونيك فى مثل هذه الحالات (زيادة المادة المركزة) فتصل نسبته إلى ٣٥-٤٥% .

وتعتبر المجترات اكثر كفاءة من انواع الحيوانات الأخرى الغير مجترة فى هضم الألياف وهذا يتطلب بقاء تلك المواد فى القناة الهضمية وفى الكرش والشبكية على وجه التحديد مدة طويلة مما يساعد على اتساع هذا الجزء من القناة الهضمية لاحتوائه على تلك المواد الغذائية لحين تحولها إلى صورة يمكن هضمها بالانزيمات التى تفرز من الاثنى عشر والعصارة البنكرياسية وامتصاص نواتج هضمها وتكون فى هذه الحالة هي السكريات الاحادية البسيطة .

وتختلف مدة بقاء الكتلة الغذائية بالكرش والشبكية تبعاً لمدى احتوائها على السليلورز والهيميسليلوز وكذلك اللجنين والذى يمثل عائقاً ومانعاً لمرور الانزيمات الهاضمة التى تفرزها العشيرة الميكروبية إلى الخلايا النباتية لهضمها وتحليلها وهناك من يقول أن اللجنين يعتبر مادة قاتلة للخلايا الميكروبية حيث أن وظيفته الاساسية هي حماية الانسجة النباتية من تأثير الاعداء الخارجية (الفطريات والبكتريا) واكساب النباتات الصلابة فى مواجهة الظروف البيئية الغير مناسبة .

واللجنين لا يعتبر من الكربوهيدرات بينما هو عبارة عن عديد من المركبات الفينولية مرتبطة مع بعضها . والوحدة البنائية له هي فينل بروبان فهو كحول ثلاثى به مجموعة ايدروكسيل واحدة ومرتبط مع حلقة فينولية ويرتبط بذرة الكربون رقم ٣ وكذلك ذرة الكربون رقم ٥ أما ذرات ايدروجين (H) أو مجموعة ميثوكسيل أـك يدـ($-O-CH_3$)

$H_2C-CH_2-CH_2OH$ (حلقة فينولية، الموقعان 5 و 3، OH)

ففى حالة وجود ذرة ايدروجين فى الموقع (١) ذرة الكربون رقم ٣ وكذلك فى الموقع (٢) ذرة الكربون رقم ٥ يسمى المركب كوماريل Commaryl alchol وفى حالة وجود مجموعة ميثوكسيل فى الموقعين السابقين يسمى سينابايل Synapyl alchol .

وفى حالة وجود ذرة ايدروجين فى موقع ومجوعة ميثوكسيل فى الموقع الأخر يسمى هذا المركب ـ كونيفريل Coniferyl alchol .

فاللجنين لا يتبع الكربوهيدرات من حيث التركيب العام لها ولكنه يذكر معها لتواجده فى تركيب جدار الخلية البنائية متداخلاً مع السليلوز والهيميسليلوز ويكسب النبات صلابته ومقاومته للظروف الجوية والبيئية الغير مناسة وحمايته من الخلايا الفطرية والميكروبية بصفة عامة كما أن هذا اللجنين لا يستفيد منه الحيوان حيث لا يفرز انزيم اللجنينيز

Legninase مــن أنسجته وإن كانت بعض المصادر تشير إلى امكانية حدوث هضم له بنسبة قليلة فذلك يرجع اساسا لمدى احتواء العشيرة الميكروبية على خلايا فطريات وطحالب والتى يمكنها من افراز هذا الانزيم Legninase .

وتــزيد نسبة اللجنين فى السقان عن الاوراق وكذلك تزداد نسبته بتقديم النبات فى العمر فالحيوان يستفيد من النباتات حديثة العمر بنسبة اكبر من النباتات الأقدم وكذلك بنسبة أكبر من الأوراق عنها فى السيقان .

### البروتين الخام Crude protein

هــو عديــد من المركبات العضوية التى تحوى فى تكوينها الكربون ، الايدروجين ، الأوكسجين ، النيتروجين والكبريت وقد تحوى بعض العناصر المعدنية الأخرى مثل الحديد ، النحاس ، الفوسفور ... .

ويمكــن وضـــعه فى مجموعتين الأولى وهو البروتين الحقيقى والثانية هى المواد الآزوتية الغير بروتينية .

والوحدة البنائية للبروتين الحقيقى هى الاحماض الامينية والتى تتميز باحتوائها على مجموعة امين NH2 ، مجموعة كربوتسيلين COOH والرمز العام لها هو

R-C-COOH
L- amino acid

وتبعاً لتركيبها الكيماوى فتقسم الأحماض الأمينية إلى الأقسام الآتية :-

١- أحماض أمينية تحتوى على مجموعة أمين واحدة ومجموعة كوكسيلين واحدة .
٢- أحماض أمينية تحتوى على مجموعة أمين واحدة وأكثر من مجموعة كوكسيلين .
٣- أحمـــاض أمينـــية تحـــتوى على اكثر من مجموعة أمين واحدة ومجموعة كوكسيلين واحدة.
٤- أحماض أمينية تحتوى على الكبريت .
٥- أحماض أمينية تحتوى على حلقة بنزين .
٦- أحماض أمينية تحتوى على اكثر من حلقة وتكون غير متجانسة (حلقة سداسين ، حلقة خماسية) .

ويوجد فى الطبيعة وامكن التعرف على أكثر من ٢٠٠مركب عضوى لها تركيب مشابه لتركيــب الأحمـــاض الأمينـــية ولكن بتحليل البروتينات الموجودة فى الطبيعة وجد أن ٢٠ حـــامض أمينى هي الأكثر تواجداً وتم التعرف على أهمية كل منها . ولكل كائن حى بروتين خاص به يميزه عن غيره سواء من نفس النوع أو الأنواع الأخرى من الكائنات الحية . كما

أن كل كائن حى يحوى جسمه أكثر من نوع من البروتينات . وتتخلف البروتينات فيما بينها تبعاً :-

١- الأحماض الأمينية التى تدخل فى تكوينها .

٢- تسلسل تلك الأحماض الأمينية فى السلسلة الببتيدية .

٣- مدى سهولة أو صعوبة كسر تلك الروابط الببتيدية .

٤- مدى احتواء البروتين على مواد مشجعة على النمو أو مثبطة له .

٥- درجة ذوبان البروتين سواء فى الماء أو الكحول أو المذيبات الأخرى .

٦- مـــدى تحلـــل البروتيـــن بفعل الكائنات الحية الدقيقة بالكرش أو مقاومته لهذا النشاط الميكروبى .

وللبروتيـــن أهمـــية خاصة حيث يمثل العنصر الثانى بعد الماء فى نسبة تواجده فى الخلايـــا والأنســـجة الحيوانية . فهو له وظيفة بنائية حيث يدخل في تكوين الغشاء الخلوي للخلايـــا الحيوانية وله وظيفة حماية لباقي الخلايا والأنسجة حيث يوجد في الجلد- الشعر- الصوف- القرون- الأظلاف . وله وظيفة في عمليات الهضم حيث أن الأنزيمات هي مركبات بروتينـــية أساســـا وكذلـــك يشارك في عمليات التمثيل الغذائي بالجسم فعديد من المركبات الوسطية ومرافقات الأنزيمات والفيتامينات ذات تركيب بروتيني . ويشارك في عمليات النمو والإنتاج من خلال تواجده بالهرمونات فبعضها تركيبها بروتيني والمنتجات الحيوانية عبارة عن بروتين أساسا وبالإضافة إلى ما سبق فللبروتين وظيفة دفاعية ووقائية حيث يدخل فى تكويـــن الأجسام المناعية والأنتيجينات . هذا بالاضافه إلى حمله للشفرة والتركيب الوراثي حيـــث يدخل فى تكوين DNA ،RNA والأحماض النووية بصفة عامة وللبروتين وتبعاً لطول السلسلة الببتيدية (الوزن الجزئى والذى قد يصل إلى عدة آلاف) تأثير فى الضغط الأسموزى لسوائل الجسم .

وتســـتطيع الأنسجة النباتية تخليق البروتين من عناصره الأولية (ك-أ-يد-ن-كب ...) بيـــنما لا تســـتطيع ذلـــك الخلايـــا الحيوانـــية لعدم قدرتها على تخليقة مجموعة $NH_2$ فالحـــيوانات تعـــتمد على المصادر النباتية فى الحصول على البروتين او الأحماض الأمينية ويمكـــن للأنســـجة الحيوانـــية تخلـــيق بعض الأحماض الأمينية من أحماض أمينية أخرى فالأحمـــاض الأمينية التى تخلقها الأنسجة الحيوانية بالقدر المناسب لاحتياج الحيوان يطلق عليها أحماض أمينية غير اساسية ولا يلزم إضافتها بالغذاء بينما الأحماض الأمينية التى لا تســـتطيع الأنسجة الحيوانية تخليقها بالقدر المناسب لاحتياجات الحيوان فتسمى بالأحماض الأمينـــية الأساسية ويلزم إضافتها بالغذاء كما توجد مجموعة أخرى من الأحماض الأمينية

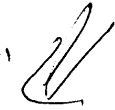
تكــون أساســية فى ظروف خاصة "أحياناً" مثل الحيوانات ذات الأدرار العالى – الحيوانات العشار فى نهاية فترة الحمل – الحيوانات النامية بمعدل نمو متميز .

وفيما يلى بيان بهذه المجموعات الثلاثة من الأحماض الأمينية :-

| أحماض أمينة غير أساسية Non essential amino acids | | أحماض أمينة أساسية فى حالات خاصة Semi essential amino acids | أحماض أمينة أساسية Essential amino acids | |
|---|---|---|---|---|
| Alanine | ألانين | Argenine | Argenine | أرجنين |
| Aspartic acid | حمض الاسبارتيك | Histidine | Histidine | هيستدين |
| Glutamic acid | حمض الجلوتاميك | Cysteine | Lysine | ليسين |
| Glycine | جليسين | Glycine | Leucine | ليوسين |
| Cystine | سستين | Proline | Isoleucine | ايزوليوسين |
| Cysteine | سستنين | Tyrosine | Methionine | ميثيونين |
| Serine | سيرين | | Threonine | ثريونين |
| Proline | برولين | | Phenyl alanine | فنيل ألانين |
| Hydroxyproline | هيدروكسى برولين | | Tryptophane | تريبتوفان |
| tyrosine | تيروسين | | Valine | فالين |
| | | | taurine | تورين |

وهذه الأقسام الثلاثة بالنسبة للحيوانات وحيدة المعدة أما بالنسبة للمجترات فتستطيع مــيكروبات الكــرش بتخلــيق تلك الأحماض الأمينية إلا أنه توجد بعض الأحماض الأمينية (الليسين–الميثونين) تركيزها يكون قليل فيطلق عليها الأحماض الأمينية المحددة Limiting amino acids . والمصـــدر الاساسى للبروتينات هو الغذاء وما يحويه من بروتينات متعددة وكذلــك يحصــل بعــض الأنسجة الحيوانية على البروتين من تحلل البروتين بداخل الجسم فعملــيات الهــدم والبــناء مستمرة بالجسم وخاصة بالنسبة للبروتين فهناك بروتين يتحلل وبروتيــن آخــر يبنى فى ذات الوقت مستخدماً الأحماض الأمينية الناتجة من مرحلة التحلل وهكــذا والتى تعتبر مصدراً لبناء بروتينات جديدة كما تحدث عمليات تخليق لأحماض أمينية غير أساسية بالجسم تدخل فى تخليق البروتين بالأنسجة يستفيد منها الحيوان .

ونلاحــظ أن جــزئ البروتين يتمدد فى الاتجاه الأفقي بارتباط الأحماض الأمينية فى سلســلة بيتيدية كما يتمدد فى الاتجاه الرأسى بتجاذب شحنات الايدروجين مع الأكسجين بين كــل سلســلتين متتاليتين فى الأتجاه الرأسى كما يزداد تماسك جزء البروتين بالارتباط بين الجــزء العضوى من سلسلة حامض أمينى مع جزء عضوى آخر من سلسلة حامض أمينى آخــر وكذلــك تــزداد شدة تماسك جزئى البروتين بالروابط بين ذرتين كبريت فى سلسلتين مختلفتيــن بجزئى البروتين وكذلك قد تلتف وتنثنى السلاسل البيتيدية لتزيد من ترابط جزئى البروتين . وتقسم البروتينات أيضاً تبعاً للشكل الظاهرى ودرجة ذوبانها وهضمها إلى :-



١- **البروتينات الليفية** Fibrous proteins وهـى بروتينات تأخذ شكل خيطى وغير قابلة للذوبان فى الماء وعسرة الهضم ومنها :-

أ- الكولاجين Collagen "الأنسجة الضامة" وتمثل ٣٠% من بروتين الجسم فى الثدييات ولا تحوى الحمض الأمينى التريبتوفان .

ب-الألاسـتين Elastine وهـى بروتيـنـات مطاطـة توجد فى جدر الأوعية الدموية والقناة الهضمية والأربطة والأوتار التى تثبت العضلات بالهيكل العظمى وكذلك الأجزاء المختلفة من الهيكل العظمى .

ت-الكيراتيـن Keratines وهى البروتينات التى توجد فى الصوف والشعر والحوافـر والقرون والأظلاف وهى بروتينات غنية بالأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت .

٢- **البروتينات الكروية** Globular proteins وهى بروتينات سهلة الذوبان والهضم وتشمل جميع الانزيمات – الانتيجينات – الهرمونات ومنها :-



أ- الألبيومين فى الدم – فى اللبن – فى البيض Albumines

ب-جلوبيولين فى الدم وفى سوائل الجسم Globulines

ت-لاكتوجلوبيولين ويوجد فى اللبن Lactoglobulines

ث-هيستونات Histones وتوجد نويات الخلايا مرتبطة بـــDNA وهى لا تتجمع بالحرارة وغنية بالحامض الأمينى هستدين Histidine- الليسين Lysine .

ج-البروتاميـنات Protamines وهى غنية بالأحماض النووية وكذلك الحامض الأمينى الارجنين ولا تحوى أحماض امينية محتوية على الكبريت ، الحمض الأميـنى التيروسـين ، الحمـض الأميـنى تريبـتوفان وتوجد فى الخلايا الجرثومية الذكرية (الحيوانات المنوية) .

٣- **البروتينات المركبة** Complex proteins وهـى بروتينات تحوى مجموعة غير بروتينـية مرتبطة بجزئ البروتين يطلق عليها Prosthetic group وهى تقسم تبعاً لتلك المجموعة الغير بروتينية إلى :-



أ- بروتينات تحوى الفوسفور Phospho proteins

ب-بروتينات تحوى جزء كربوهيدراتى Glyco proteins

ت-بروتينات تحوى جزء دهنى Lipoproteins

ث-بروتينات تحوى حامض نووى Nucleoproteins

ج-بروتيـــنات تحـــوى عناصر معدنية ولها دور فى عمليات التنفس والأكسدة والأخـــتزال مـــثل الهيموســـيانين Haemocyanin - الهيموجلوبيـــن Haemoglobine - الفلافوبروتين Flavoprotein .

**وتقيم البروتينات بالغذاء من حيث استفادة الحيوان منها بعدة صور :-**

١- مدى احتواء الغذاء على البروتين Crude protein concentration تركيز البروتين الخـــام فى الغذاء هذا وإن كان يعطى اشارة لكمية البروتين فى هذا المصدر الغذائى ولكنه لا يعطى قيمة حقيقية عن مقدار البروتين المستفاد منه بواسطة الحيوان .

٢- البرويتـــن المهضوم Digestible protein وهو ذلك الجزء من بروتين الغذاء الذى يتناوله الحيوان فى غذائه ولا يخرج فى الروث . وهو يعطى قيمة لمدى امتصاص الحـــيوان وهضـــمه لهذا المصدر البروتينى ولكن قد يخرج جزء من نيتروجين هذا الغذاء فى البول ولا تستفيد منه الأنسجة .

٣- البروتين الممثل Metabolisable protein وهو ذلك القدر من بروتين الغذاء وكذلك البروتيـــن الميكروبى المتكون من المداد الأزوتية الغير بروتينية لهذا الغذاء والتى تدخل فى عمليات التمثيل الغذائى .

٤- البروتين الصافى Net protein وهو البروتين المستفاد منه فعلاً سواءً يحتجز داخل الجســـم أو يغـــادر الجسم فى صوره منتجات حيوانية (لبن - حمل (جنين يولد) - صوف) .

٥- القيمة البيولوجية Biological value وهو تعبير عن مدى تماثل بروتين الغذاء مع بروتين الجسم من حيث محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية .

٦- الكفـــاءة التحويلية للبروتين Protein efficiency وهى عبارة عن الزيادة فى وزن الجسم لكل وحدة بروتين غذاء تناولها الحيوان .

٧- القـــيمة الصافية للبروتين Not protein value وهى حاصل ضرب القيمة الهضمية للبروتين × القيمة البيولوجية .

٨- مكافـــئ البروتين Protein equivalent وفيها تعطى المواد الأزوتية الغير بروتينية قيمة تعادل نصف قيمة البروتين الحقيقى .

مكافئ البروتين = $\frac{\text{البروتين الخام + البروتين الحقيقى}}{2}$ =

= $\frac{\text{المواد الأزوتية الغير بروتينية + البروتين الحقيقى + البروتين الحقيقى}}{2}$ =

= <u>المواد الآزوتية الغير بروتينية + ٢ البروتين الحقيقى</u> =
٢

= ½ المواد الآزوتية الغير بروتينية + البروتين الحقيقى .

أما فيما يتعلق بالمواد الآزوتية الغير بروتينية مثل :-

أ- الامينات Amines وهى ناتجة من نزع مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الأمينية مثل تحول الحامض الأمينى الهستيدين إلى الهستامين وكذلك البيتامين وهو ناتج أكسدة الكولين وهى نواتج تخمر وتحلل للمادة العضوية وهى تكسب المادة الغذائية رائحة غير مرغوبة .

ب- الاميدات Amides ومثالها اليوريا

وكذلك حمض اليوريك

الاسباراجين وهو ناتج من نزع مجموعة الكربوكسيل من الحامض الامينى الاسبرتيك .

الجلوتامين وهو ناتج من نزع مجموعة الكربوكسيل من الحامض الامينى الجلوتاميك .

ت- النترات وتتواجد فى الغذاء نتيجة لزيادة التسميد الآزوتى للنبات وهى فى حد ذاتها غير سامة ولكن للظروف المتواجدة بالكرش وزيادة ايونات الايدروجين فقد تختزل إلى نيتريتات وهى سامة فى هذه الصورة .

ث- الاحماض النووية وهى متواجدة بالطبيعة فى أى خلايا حيوانية أو نباتية وهى عبارة عن عديد من النيكليوتيدات والتى تتكون من النيكليوسيد مرتبط مع حمض فوسفوريك والنيكليوسيد تحوى قاعدة آزوتية (البيورين – البيريميدين) بالإضافة إلى سكر خماسى هو الريبوز . فهذه القاعدة الآزوتية يمكن لميكروبات الكرش الاستفادة منها كمادة آزوتية غير بروتينية .

ج- القلويدات Alkaloides وهى مثل الاتروبين- المورفين – الكوكايين وتوجد فى بعض النباتات ذات الفلقتين Dicotyledons .

وهذه المواد الآزوتية الغير بروتينية وخاصة اليوريا والامونيا قد يضفيها بعض القائمين على تغذية الحيوانات نظراً لامكانية المجترات من تخليق البروتين الميكروبى من هذه المركبات وهى رخيصة الثمن إذا ما قورنت بالبروتين الحقيقى ولكن هناك عدة محاذير واحتياطات يجب اتباعها عند استخدامها مثل :-

١- الا يزيد تركيزها فى الغذاء عن ٣٠% من آزوت الغذاء .

٢- أن يستم تعويد (تأقلم) الحيوانات عليها وذلك بتقديمها بكميات قليلة متزايدة على فترة ١٠-١٥ يوماً .

٣- ألا تقدم للحيوانات وهى جائعة .

٤- أن تخلط جيداً بالغذاء أو بمصدر كربوهيدراتى (النشا - السيليلوز - المولاس) والأخير هو الأعم والأقل سعراً .

٥- أن يقدم الغذاء على أكثر من وجبة واحدة وكلما زاد عدد الوجبات كان أفضل .

**وللبروتينات بصفة عامة خصائص منها :-**

١- محاليل الروتينيات لها صفات المحاليل الغروية .

٢- تختلف البروتينات فى سهولة أو صعوبة ذوباتها فى الماء وعند إضافة بعض الأملاح مثل كلوريد الصوديوم وكذلك كبريتات الأمونيوم تترسب .

٣- لها خاصية ازدواجية الشحنة فهى تحمل شحنة موجبة وأخرى سالبة تبعاً لمجاميع الكربوكسيل والامين الحرة ولذلك فهى تسلك فى بعض المحاليل كأحماض وفى بعض المحاليل كقلويات وهذا ما يكسبها خاصية العمل كمنظمات لتغير الـ PH للمحاليل ولكل بروتين نقطة اتزان كهربى .

٤- عند التسخين أو إضافة بعض المواد مثل الاسيتون - الكحول - الأحماض أو القلويات القوية - أملاح العناصر الثقيلة قد تحدث دنترة للبروتين وهى عبارة عن تغيرات غير بروتينية تحدث لجزئى البروتين يصاحبها تغير كيماوى - بيولوجى - تغير فى النشاط الطبيعى للبروتينات .

**إعراض نقص البروتين فى الغذاء :-**

وهى ظاهرة كثيراً ما تحدث نظراً لارتفاع ثمن المصادر البروتينية عن باقى المصادر الغذائية واعتقاد البعض أن المواد الآزوتية الغير بروتينية كافية لتغطية احتياجات الحيوانات من البروتين وهذا قد يكون مناسباً فقط فى الحيوانات التى تغذى على مستوى الاحتياجات الحافظة أى لا تزيد فى الوزن ولا تنتج بل مجرد بقائها على قيد الحياة وهذا غير واقعى .

ومن هذه الأعراض :-

١- فقدان الشهية .

٢- ضعف النمو بل قد يحدث نقص فى الوزن وهزال .

٣- انخفاض فى معدلات الإنتاج .

٤- ضعف الكفاءة التناسلية .

٥- انخفاض الكفاءة التحويلية للغذاء .

٦- نفوق الحيوان مع استمرار التغذية على عليقة بها نقص فى البروتين .

### أعراض زيادة البروتين فى الغذاء :-

وهـذه ظاهرة نادرة الحدوث نظراً لارتفاع تكلفة المصادر البروتينية ولا يخشى من زيـادة البروتين فى الغذاء عند وفرة الماء الصالح للشرب حيث أن الناتج النهائى للتخلص مـن الأزوت الزائد عن حاجة الجسم تكون فى صورة يوريا تخرج فى البول وهذا يعتبر فقد ويتطلب توفر الماء لتخفيف أثر زيادة اليوريا بالدم والتخلص منها فى البول .

وفـى حالـة توفر مصدر كربوهيدراتى له معدل تحلل بالكرش مساوياً لمعدل تحلل البروتين فلا يخشى من زيادة البروتين حيث سيستهلك فى تكوين بروتين ميكروبى قد يزيد من معدل إنتاجية الحيوانات .

## الدهون Lipids

هي مواد عضوية يدخل فى تكوينها الكربون ، الايدروجين ، الأكسجين اساسا وهى لا تـذوب ى المـاء ولكنها تذوب فى المذيبات العضوية مثل الكحول – البنزين – الايثير – الايثير البترولى – الهكسان – رابع كلوريد الكربون – الاسيتون ... . وهى تتكون من عدة مركـبات ولذا يطلق عليها الدهن الخام كما أنه عادة ما تستخلص بالمذيب العضوى الايثير ولذا يطلق عليها المستخلص الايثرى .

ولها وظائف عديدة فى جسم الحيوان بالإضافة إلى كونها صورة تخزن فيها الطاقة فـى الأنسـجة الحيوانـية اساسـاً وبعض النباتات المنتجة للزيت – وهى لها دور فى نقل الإلكـترونات وكذلك نقل نواتج التمثيل الغذائى وكذلك المواد الداخلة فى التفاعلات الانزيمية بالجسـم وهى وسط لذوبان بعض الفيتامينات وخاصة تلك التى تذوب فى الدهو (أ،د،هـ،ك) لها دور فى تكوين بعض الهرمونات والفيتامينات تلك ذات الأصل الاستيرويدى Esteroides مـثل هـرمونات قشرة غدة الادرينال وكذلك فيتامين د – لها دور فى حماية الخلايا جميعها حيـث تدخـل فـى تكوين غشاء الخلية الحيوانية – وكذلك الطبقة الشمعية السطحية سواء للشعر أو الصوف أو الريش فيحميه من تأثير الرطوبة الجوية وكذلك الماء بالنسبة للطيور المائـية ولهـا أيضاً دور فى الأنسجة العصبية حيث يحتوى الغمد المحيط بالألياف العصبية على الفوسفولبيدات والأسفينجوميلين .

والدهـون اساسـاً هـى اسـترات للاحمـاض الدهنـية مع كحول ثلاثى مجموعة الايدروكسـيل وهـو الجليسرول وعلى ذلك فتوجد جلسريدات احادية ، جلسريدات ثنائية ، جلسـريدات ثلاثـية وهـى الاكثر تواجداً فى الطبيعة . كما توجد مواد أخرى لها خصائص الدهـون وتخـتلف عنها فى أن الشق الكحولى ليس الجليسرول بل عبارة عن كحول طويل

السلسـلة الكربونـية احادى مجموعة الايدروكسيل مثل كحول الكارنوبيل ويحوى ٢٤ ذرة كـربون وكذلـك وتوجـد به مجموعة ن يد٢ ($NH_2$) على ذرة كربون رقم ١٧ ويدخل فى مركبات ضرورية وهامة بالجسم .

وبناء على ما سبق يمكن تقسيم الدهون الخام إلى قسمين تبعاً لنوع الشق الكحولى هل هو الجليسرول أم غيره .

وتلـك المـواد الدهنـية الـتى تحـوى الجليسرول فهى أما أن تحوى الجليسرول والأحماض الدهنية فقط (Simple lipids) أو توجد مركبات أخرى معها فتسمى لبيدات مركبة (Compound lipids) .

والدهون البسيطة Simple lipids يمكن تقسيمها تبعاً لنوعية الاحماض المرتبطة بها ففـى حالة كون هذه الأحماض متماثلة (أى حامض واحد مع الثلاثة مجاميع الايدروكسيل) فتسمى متجانسة Homo glycerides .

وتـبعاً لنوعـية تلـك الأحماض الدهنية هل قصيرة السلسلة غير مشبعة فتكون فى صورة سائلة على درجة حرارة الغرفة أو تكون طويلة السلسلة ومشبعة فتكون صلبة على درجـة حـرارة الغرفة وبطبيعة الحال تختلف درجة الانصهار لهذه الدهون تبعاً لمدى طول السلسلة الكربونية أو قصرها وكذلك مدى وجود الروابط المزدوجة أو تشبع تلك الروابط .

وبالنسـبة للدهـون المركبة وهى تحوى مجموعة أخرى (فوسفور- كربوهيدرات) بالاضافة إلى الجليسرول والأحماض الدهنية فتسمى Phospholipids وهى تحوى الفوسفور أو Glyco lipid وهى تحوى مجموعة كربوهيدراتية أما أن تكون سكر الجلاكتوز Galacto lipids وهـى الأكثر انتشاراً أو سكر الجلوكوز Gluco lipids وهى التى توجد فى الأنسجة الحيوانـية . بيـنما تقسـم Phospholipids إلى مجموعتين تبعاً للقاعدة الآزوتية المرتبطة بحامض الفوسفوريك ففى حالة كونها الكولين

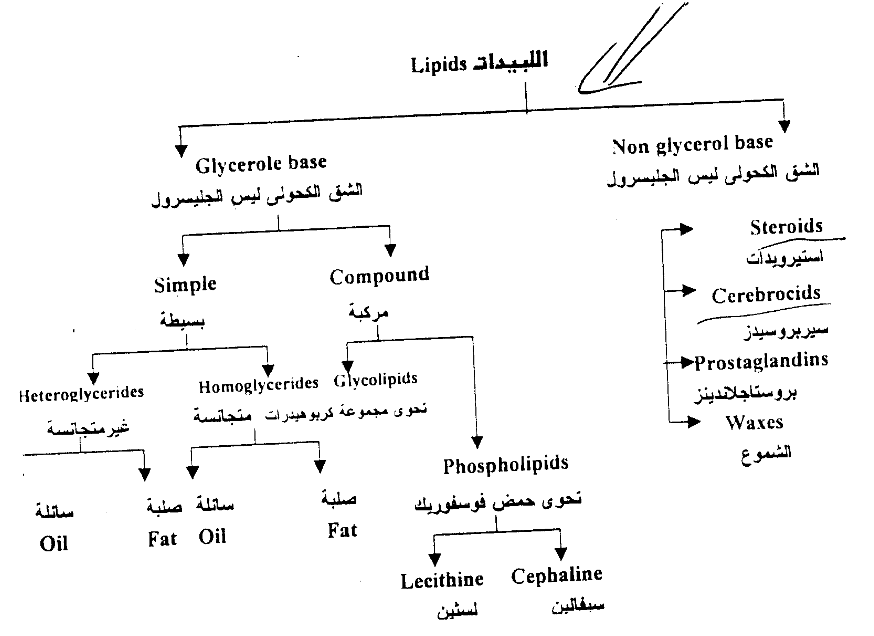
يسمى هذا الفوسفولبيد بالليسثين

وفى حالة كون القاعدة الآزوتية هي الايثانول امين

بالسفالين

اما المجموعة الأخرى من اللبيدات والتى لا تحول الشق الكحولى الجليسرول فتحوى مركـبات عديـدة مـنها الاسـيترويدات ، السربروسـيدز ، الشـموع ، الاسفينجوميلين ، البروستاجلاندينز .... .

ويبين الرسم التخطيطى التالى الاقسام المختلفة للبيدات الغذاء .




سنتناول بإيجاز شديد شرح هذه الأقسام المختلفة .

أولاً : اللبيدات البسيطة وهى تلك المركبات التى تحوى الجليسرول فهو عامل مشترك فيها جميعاً بينما تختلف فيما بينها تبعاً للاحماض الدهنية المرتبطة بالشق الكحولى.

والأحماض الدهنية الشائعة هي : الخليك Acetic $C_2$ – البروبيونيك Propionic $C_3$ البيوتريك Butyric $C_4$ – كابروك Cabroic $C_6$ – كابريليك Cabrylic $C_8$ – كابريك Cabric $C_{10}$ – لوريك Lauric $C_{12}$ – ميرستيك Myrestic $C_{14}$ – بالمتيك Palmetic $C_{16}$ – ستياريك Stiaric $C_{18}$ – اراشيديك Arachydic $C_{20}$ وهذه احماض دهنية مشبعة يتختلف طول السلسلة من ذرتين كربون $C_2$ إلى عشرون ذرة كربون $C_{20}$ .

وتوجد احماض دهنية غير مشبعة المنتشر منها فى الطبيعة وفى غذاء الحيوانات كل من Arachidonic $C_{20:4}$ , Linolenic $C_{18:3}$ , Linoleic $C_{18:2}$ , Oleic $C_{18:1}$ , Palmitoleic $C_{16:1}$ .

ويطلق على كل من اللينوليك ، اللينولينك ، الاراشيدونيك بالاحماض الدهنية الاساسية نظراً لعدم قدرة أنسجة الحيوانات المجترة على تخليقها (تخليق الرابطة المزدوجة عند ذرة كربون رقم ٩) لغياب الانزيمات المسئولة عن تكوين الروابط المزدوجة وهناك بعض المراجع تشير لامكانية الحيوانات المجترة على تخليق هذه الاحماض كميات ضئيلة كما أنها تتعرض لعمليات الهدرجة التى تحدث بالكرش فتقلل من نسب تواجدها ويعتمد

الحـيوان المجتر فى غذائه على النباتات الخضراء كمصدر لهذه الأحماض . وبتوفر حامض اللينوليك يمكن تخليق كل من اللينولنيك والاراشيدونيك والتى يجب تواجدها بنسبة ١% من الغذاء . ومن أهمية هذه الأحماض :-

١- أنها مواد بنائية لمركبات وأحماض دهنية أخرى مثل البروستاجلاندين .

٢- تدخل فى تكوين بعض الهرمونات أو مواد لها نشاط الهرمونات .

٣- خفض ضغط الدم .

٤- تنظيم عمل كثير من أنشطة الخلية الطبيعية .

٥- لها دور فى نقل الدهون .

٦- لها دور فى تخلط الدم .

٧- تساعد فى الجهاز المناعى للجسم .

وتعتبر الذرة وفول الصويا من المصادر الغنية بالأحماض الدهنية الأساسية .

وتوجد بعض الأحماض الدهنية الأخرى المتشعبة وذات العدد الفردى من ذرات الكربون وأكثر من ٢٠ ذرة كربون وهذه مصدرها الخلايا الميكروبية بالكرش وقد تحوى مجموعتين كربوكسيلتين .

ويلاحـظ أن الدهـون الحيوانـية أكثر صلابه من الدهون النباتية أو دهون الحيوانات الـبحرية وكذلك أيضاً نلاحظ الدهون تحت الجلد تكون أكثر سيولة من الدهن المرسب حول الكلـية والقناة الهضمية حيث يحتوى على احماض دهنية مشبعة وطويلة السلسلة أما دهن اللبن فنجده يحتوى على أحماض دهنية قصيرة السلسلة فهو يوجد فىصورة سائلة . ويجب الاشارة إلى أن زيادة الاحماض الدهنية الغير مشبعة بالغذاء تؤدى إلى ظهور أعراض نقص (V.E) فيتامين هـ وحدوث ضعف واضمحلال العضلات .

**تفاعلات الدهون :-**

١- التحلل المائى Hydrolysis والذى يمكن أن يحدث بفعل انزيمات الليبيزات Lipases سـواء الـتى تفرز من العصارة البنكرياسية والمعوية أو قد تفرزها بعض الخلايا الميكروبـية كمـا يمكـن حـدوث هـذا التحلل المائى فى وجود وسط قاعدى مثل ايدروكسيد كالسيوم مع الغليان فينتج مخلوط من الجليسرول ، الجلسريدات الاحادية ، الثنائـية ، الاحماض الدهنية فى صورة املاح مثل بالميتات كالسيوم ، ستيارات الكالسيوم ... . وهذا التحلل يسرع من تلف الدهن وتعرض للأكسدة والتزنخ .

٢- الأكسدة Oxidation وتحدث فى الأحماض الدهنية الغير مشبعة حيث أن ذرة الكربون الملاصقة للرابطة المزدوجة تعتبر موضع نشاط ويكون ناتج الأكسدة تكون البيروكسيدات Hydro peroxides وهذه سريعاً ما تتحلل وينتج عنها سلسلة كربونية قصيرة وتحوى أصل حر سريع النشاط والتى بدورها تهاجم الاحماض الدهنية الأخرى وتؤدى إلى اكسدتها . وتكون تلك الاصورة الحرة Free radicals يؤثر فيه الضوء وكذلك وجود بعض الايونات مثل النحاس فوجود أى منهما أو كلاهما يسرع من حدوث الأكسدة وتراكم نواتجها التى تشمل احماض دهنية قصيرة السلسلة – الالدهيدات – الكيتونات – الأيبوكسيدات – سلاسل كربونية . وكل من الالدهيدات والأحماض تتسببان فى الرائحة المميزة بتزنخ الدهون واثرها السلبى على المذاق والاستساغة .

٣- مضادات الأكسدة Anti oxidants وتشمل الفينولات ، الكينونات ، التوكوفيرولات والتى يتبعها فيتامين هـ V.E فهى تحمى الروابط المزدوجة بأن تتأكسد هي بدلاً من الأحماض الدهنية واحتوائها للأصول الحرة ووقف نشاطها . ولذلك فزيادة الأحماض الدهنية الغير مشبعة يستلزم لحمايتها من الاكسدة كمية زائدة من V.E وفى حالة عدم وفرته تظهر أعراض نقص وهى ضعف وتحلل واضمحلال العضلات.

٤- الهدرجة Hydrogention وفيها يضاف الايدروجين بدلاً من الرابطة المزدوجة وتصبح الأحماض الدهنية مشبعة فيتحول كل من الاولييك ، اللينوليك ، اللينولنيك إلى الاستياريك .

وهذا التفاعل يستخدم تجارياً فى تحويل الدهن البناتى من صورة لينة إلى صورة صلبة وبهذه الهدرجة تقل مراكز النشاط فى جزئ الدهن ويصبح أقل عرض للفساد والأكسدة حيث أن الروابط المزدوجة هي مراكز النشاط فى جزئ الدهن .

ثانياً : الليبيذات المركبة Compound lipids

أ- الكربوهيدرات المرتبطة بالدهون Glyco lipids : الدهون التى توجد فى الأعلاف الخضراء بصفة عامة والتى تكون الجزء الأعظم من دهن الغذاء هي اساسا Galacto lipids

OH $CH_2OH$ O-C-$H_2$

H-C-O-C-$R_1$

$H_2$-C-O-C-$R_2$

وتحوى الحامض الدهنى لينولنيك ٩٥% بينما يمثل اللينوليك ٢-٣% من الاحماض الدهنية بالجلاكتولبيدات

وتوجد الجلاكتوليبيدات فى الأنسجة الحيوانية اساسا فى المخ والالياف العصبية .
وفى الانسجة الحيوانية نلاحظ استبدال كحول الجليسرول بكحول احادى مجموعة الايدروكسيل ومكون من ١٨ ذرة كربون ويحوى مجموعة $NH_2$ على ذرة كربون رقم ١٧ ومجموعة OH على ذرة كربون رقم ١٦ ويطلق عليه Sphingsine .

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad H\ \ H\ OH\ NH_2 \\ CH_3-(CH_2)_{12}-C{=}C-CH-CH-CH_2OH \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad 14\ \ 15\ 16\ \ 17\ \ \ 18 \end{array}$$

ويرتبط سكر الجلاكتوز مع مجموعة الايدروكسيل فى ذرة كربون رقم ١٨ بينما يرتبط حامض دهنى طويل السلسلة مع مجموعة الامين( $NH_2$ ) فى ذرة الكربون رقم ١٧ ويكون الناتج هو Cerebosides وهو جليكولبيد بالأنسجة الحيوانية .

ب- الفوسفولبيدات : وهى مركبات لها أهمية خاصة حيث توجد فى تكوين الأغشية الخلوية وهى توجد بكثرة فى الأنسجة العصبية ، القلب والكلى . وعلى سبيل المثال تكون الفوسفولبيدات ٥٥% من الغمد المحيط بمحور الخلايا العصبية كما يعتبر صفار البيض مصدراً للفوسفولبيدات كما يعتبر فول الصويا مصدراً غنياً بالفوسفولبيدات .

$$\begin{array}{l} H_2C\ \ HO-C-R_1 \\ H_2C\ \ HO-C-R_2 \\ H_2C\ \ HO-P-OH \end{array}$$

Phosphatidic acid

فوسفاتيريك اسيد

$$\begin{array}{l} H_2C-O-C-R_1 \\ HC-O-C-R_1 \\ H_2C-O-P-O\text{-}CH_2-CH_2-N{<}(CH_3)_3 \end{array}$$

Choline الكولين

Lecithine اللسثين

$$\begin{array}{l} H_2-C\ -O-C-R_1 \\ H\ \ \ C\ -O-C-R_2 \\ H_2\ \ C-O\ \ -P-O-CH-CH_2OH \end{array}$$

Ethanol amine ايثانول امين .

Cefaline السفالين

والفوسفولبيدات لها نشاط سطحى ولها دور هام كمادة مستحلبة للدهون وتساعد فى امتصاص الدهون فى الأثنى عشر .

**ثالثاً : دهون لا تحوى الجليسرول فى تكوينها ومنها :**

١- الاسفينجوميلين Sphingomylins :

وهى مركبات لها نفس نشاط الفوسفوليبيدات ولكنها تختلف عنها فى الشق الكحولى فهى تحوى الكحول Sphingosine السابقة الاشارة إليه ثم يرتبط مع مجموعة

الايدروكسيل على ذرة كربون رقم ١٨ حمض فوسفوريك وهذا الحامض يرتبط بقاعدة آزوتية أما الكولين أو الايثانول أمين . وترتبط مجموعة الامين على ذرة كربون رقم ١٧ مجموعة كربوكسيلين لحامض دهنى طويل السلسلة الكربونية . وهى مواد لها نشاط سطحى (توتر سطحى) وتدخل فى تكوين الأغشية الخلوية وكذلك الجهاز العصبى .

H H OH NH$_2$

$CH_3-(CH_2)_{12}-C=C-C-$ $C-CH_2OH$ $HO-P-O-C-CH_2OH$

ايثانول امين

14 15 16 17 18 $-C-C-N<(CH_3)_3$

Sphingomyline الكولين

٢- الشموع Waxes :

مركبات تتكون من احماض دهنية مختلفة تتحد مع كحول احادى مجموعة الايدروكسيل طويل السلسلة الكربونية مثل كحول الكرنوبيل Carnaubyl ($C_{24}H_{49}OH$) وكذلك كحول الميريسيل Myricyl ($C_{31}H_{63}OH$) .

والشموع فى الطبيعة هى استرات لاحماض مختلفة . وأهميتها حماية الطبقة السطحية من تأثير زيادة كمية الرطوبة فى البيئة الخارجية مثل الريش فى الطيور المائية وكذلك الصوف والشعر وكذلك أيضاً له وظيفة حماية من فقد الماء من الأنسجة إلى البيئة الخارجية والمحافظة على ليونة الجلد وعدم جفافه .

ولا تتحلل الشموع بسهولة كما فى باقى أنواع الليبيدات وقيمتها الغذائية محدودة فبزيادتها فى الغذاء تزيد قيمة المستخلص الايثيرى عن التحليل ولكنها ليست ذات قيمة غذائية فتعطى نتائج غير حقيقية عن الاستفادة من دهن الغذاء .

٣- الاستيرويدات Steroides

وهى مجموعة مركبات لها تركيب بنائى ثابت مع بعض الاختلافات فى المجاميع المرتبطة بالروابط المزدوجة للسلسلة الجانبية والتى تتكون من ٨-١٠ ذرات كربون وكذلك بالمجاميع المرتبطة بالحلقات البنزينية . وهى تدخل فى تكوين املاح الصفراء والتى تفرز من خلايا الكبد ولها دور هام فى هضم وامتصاص الدهون بعد استحلابها وكذلك تدخل فى تكوين هرمونات القشرة للغدة فوق الكلية Cortex of adrenal gland .

ولها دور فى التمثيل الغذائى للكربوهيدرات وكذلك الاملاح المعدنية . وتدخل الاستيرويدات أيضاً فى تكوين هرمونات الجنس سواء الايستروجين ، البروجسترون ، التستستيرون وكذلك فان فيتامين د ومشتقاته ومصادره المختلفة عبارة عن استيرويدات من حيث التركيب الكيماوى .

والاستيرويدات أما أن تكون من مصدر حيوانى ويطلق عليها Zoosteroides وهى الصورة التى يمكن للحيوانات الاستفادة منها ومن امثلتها 7,dehydrocholisterol والذى يتحول بتأثير الأشعة الفوق بنفسجية إلى 7,dehydrocholicalciferol وهو مركب فيتامين د.

اما الاستيترويدات النباتية Phytosteroles ومنها الارجوسيترول Ergosterol والذى يتحول بتأثير الأشعة فوق البنفسجية إلى Ergocholicalciferol وهو $V.D_2$ وكذلك الاستيرويدات التى تكونها الفطريات Mycosterols فلا تستفيد منها الحيوانات ولا يمتصها ولا توجد بالأنسجة الحيوانية .

ويتبع هذه المجموعة أيضاً الكوليسترول Cholesterol ويوجد فى المخ حيث يمثل ١٧% منه على اساس المادة الجافة . وهو مركب بنائى لعديد من المركبات الأخرى الهامة فى التمثيل الغذائى بالجسم وتخلقه الانسجة الحيوانية .

سلسلة كربونية
٨-١٠ ذرات كربون

والصورة النشطة والفعالة بيولوجيا لفيتامين د

هى1.25dihydroxy cholicalciferol وتقوم الاشعة الفوق بنفسجية بكسر الرابطة بين ذرتى كربون ٩ ، ١٠ .

٤- مركبات البروستاجلاندين Prostaglandins

وهى مركبات عديدة المعروف منها حوالى ١٤ مركب وهى مشتقات لحامض دهنى ويأخذ هذا المركب صورة تركيب حلقى

$C_6H_{12}COOH$
$C_8H_{17}$

Prostahoic acid

$C_6H_{12}COOH$
$C_8H_{16}OH$

$F_2\ \alpha$

ومنه مركب نشيط بيولوجيا له دور فى تنظيم التناسل فى الحيوانات وكذلك فى علاج حالات الاجهاض وكذلك فى انتاج اللبن واخراجه من الحويصلات اللبنية حيث ينبه الخلايا الابيثليومية المحيطة بها للانقباض وكذلك خلايا جدار الرحم لدفع الجنين إلى خارج جسم الأم . وكذلك له تأثير مخفض لضغط الدم وهو مركب $F_2\ \alpha$ .

ودهن الحيوانات وحيدة المعدة يتأثر بنوعية دهن الغذاء سواء من حيث تشبعه من عدمه وهذا يؤثر على مدى ليونته ام صلابته . وكذلك لا تخلق احماض دهنية جديدة به كما يحدث فى الحيوانات المجترة حيث يتم تخليق بعض الأحماض الدهنية بالخلايا الميكروبية والتى تعتبر هي ما يحويه جسمها غذاءً للحيوان المجتر عند انتقال الكتلة الغذائية إلى الأنفحة Abomasum ويقوم الجسم للحيوان المجتر بهضمها وامتصاص نواتج الهضم .

وكذلــك تحــدث عمليات هدرجة للاحماض الدهنية الغير مشبعة وبالتالى فتغير طبيعة الدهن الذى يصل إلى الأثنى عشر والأمعاء بصفة عامة طبيعة دهن الغذاء .

فالحيوانات المجترة لا تتأثر طبيعة الدهن بجسمها تأثيراً واضحاً بطبيعة دهن الغذاء كمــا هــو الحال فى الحيوانات وحيدة المعدة . وإن كان هذا يمكن الحدوث عند معاملة دهن الغــذاء ببعض المعاملات لحمايته من فعل ميكروبات الكرش أو تقليل فترة تعرضه لفعل تلك الميكروبات مثل احاطته بطبقة جيلاتينية لا تؤثر فيها الميكروبات أو جعله فى صورة املاح الكالسيوم التى لا تتحلل فى وسط الكرش (5.5-6.5PH) أو اضافته مع غذاء يقدم فى صوره سائلة يمر عبر الميذاب المرئي Oesophageal groove .

ويستفيد الحيوان بنسبة عالية من دهن الغذاء فتصل هذه النسبة إلى ٩٦% من دهن فــول الصــويا ، ٩٤% من دهن الذرة ، ٨٨% من الدهون للحيوانات البحرية ، ٧٠% من الدهون الحيوانية .

## الفيتامينات Vitamins

– هي مركبات عضوية يحتاجها الحيوان بكميات قليلة لأداء وظائفه بطريقة طبيعية . ولكــل مركــب في غذائه له وظائفه الخاصة ونقص أي من هذه المركبات تظهر أعراض نقصــه ولا تعــالج إلا بإضــافته وهى تعمل في الأساس كمرافقات إنزيمية بجانب الوظائف الأساسية الأخرى .

### مجموعة الفيتامينات التي تذوب في الدهن

هــي أ،د،هــ،ك ولكونها تذوب في الدهن فهي تخزن في الجسم مع الدهن وبالتالي فعند وفرتها فى بعض الأوقات تخزن الزيادة ويستهلكها الجسم عند أوقات أخرى يحدث بها نقص في هذه الفيتامينات .

### * أولاً : فيتامين أ V.A

يجب توفيره بالغذاء لجميع الحيوانات . ويمكن توفره في صورته النهائية كفيتامين ، (كحــول الرتينول – الدهيدالرتينال – حامض الرتينويك) وكذلك في صورة كاروتينات وهى الصورة الأولية المولدة للفيتامين .

كمــا يجب أن يوجد V.A في صورة حرة أو في صورة استر مع الأحماض الدهنية وهى الصورة الأكثر ثباتاً مثل V.A Palmitate .

والفيتامين عبارة عن B-ionone ring وسلسلة جانبية غير مشبعة وبناء عليه فهذه السلســـلة الجانبية أما أن تتوزع في صورة Trans أو Cis والصورة الكحولية فى صورة Trans هي الصورة الأكثر نشاطاً بيولوجيا ١٠٠% .

كمـــا توجـــد العديـــد مـــن مركـــبات الكاروتينات حوالي ٥٠٠ مركب بالإضافة إلى B.Carotine . ومـــن هـــذه الكاروتينات α, B, γ بالإضافة إلى كريبتوزانثين ، زبازانثين ، زانثوفيل .

ولا بـــد مـــن تحـــول هـــذه الكاروتيـــنات إلى V.A لكي تكون نشطة بيولوجيا مثل الزبازانثين Zeaxanthine ، الزانثوفيل Xanthpheel لا يملكان أي نشاط V.A ولكن البعض الآخر له نشاط بنسبة مختلفة تبعاً لنوع الحيوان .

ويعبر عن تركيزات V.A بالوحدة الدولية وهى تعادل 0.344 ميكرو جرام من رتينال اســـتيات 0.3 أوميكرو جرام رتينول وكذلك أيضاً فالوحدة الدولية تعادل 0.6 ميكرو جرام من B.Carotein

Retionl equivalents (mg) =

$$= \text{mg-retinol} + \frac{\text{mg B.Caroteine}}{6}$$

$$= \text{mg-retinol} + \frac{\text{mg other provitaminal}}{12}$$

وتوجـــد في الأغذية الطبيعية بعض الأنزيمات تحطم الكاروتينات (تؤكسدها) . بينما استرات فيتامين A مع الأحماض الدهنية هي الصورة الأكثر ثباتاً .

وتوجد الآن مستحضرات صناعية لمركبات V.A تضاف للأغذية بطريقة اقتصادية .

*** وظائف وأهمية فيتامين A :-**

١- ضروري للرؤية في الظلام .

٢- ضروري لسلامة الخلايا للأغشية الطلائيه التي تغطى سطح الجلد ، القنوات التنفسية ، القناة الهضمية ،الأنابيب البولية ، النسيج التناسلي سواء الذكرى أو الأنثوي .

٣- ضروري لسلامة تكوين وتطور النسيج العظمى والخلايا المكونة له osteoblasts .

٤- له دور هام في تكوين أل Mucopoly Sacchrides (glycoproteins) .

*** أعراض النقص :-**

١- العـــش الليلـــي وأعتـــبر إلـــى أنـــه مدى القدرة على التعود للرؤية في الليل أو الظلام وكمقياس لتركيز V.A .

٢- جفـــاف العين والتهابها ووجود سحابة بيضاء (عتامة) على القرنية . ثم تتقرن القرنية وفقدان القدرة إلى الأبصار نهائياً .

٣- جفاف وتقرن الخلايا الطلائية المبطنة للقنوات والقنيات التنفسية مما يؤدى إلى العدوى الشديدة بالجهاز التنفسي .

٤- فشـل تناسلي ويؤدى إلى ضعف نمو الجنين فإما يولد ضعيفاً أو ميتاً أو إجهاض وتغلظ الأغشية المخاطية المبطنة للمهبل .

٥- ضعف تكوين الخلايا المنوية والخلايا الجرثومية بصفة عامة .

٦- تراكم حمض اليوريك بالكلية والقلب والكبد والطحال .

٧- تكويـن العظـام يكـون غير طبيعياً وتغلظها بصورة غير طبيعية ونقص محتواها من الكالسيوم.

٨- اضـطرابات عصبية .ارتعاشات . زيادة ضغط السائل المغذى والمحيط بالجهاز العصبي Cerebrospinal fluids .

٩- زيـادة إخـراج الكبريـت الغير عضوى في البول وذلك راجع لفشل في تكوين المخاط Mucopoly saccharides مما يؤدى إلى جفاف الأغشية الطلائية .

١٠- هناك علاقة بين V.A ، V.E في عمله كمادة مضادة للأكسدة والمحافظة على الأغشية البيولوجية .

١١- له علاقة بـ V.D ودوره في ترسيب الكالسيوم والفوسفور في العظام .

١٢- نقصـه يـؤدى إلى نقص في الاستيرولات بما يؤدى على نقص في الكوليسترول من حيث تخليقه .

١٣- ضـمور الغـدة فـوق الكلـية وبالتالـي نقص في تحول الدهون والبر وتينات إلى كربوهيدرات وأيضاً نقص في نشاطها لإفرازها للهرمونات Corticosteroides .

١٤- نقص V.A له علاقة بتكوين الحصوات بالكلية وذلك راجع لانخفاض إخراج الكالسيوم عـن طـريق البول واضطراب التمثيل الغذائي للحديد والمتضمن انخفاض تركيز الحديد في البلازما وظهور الأنيميا .

١٥- V.A له علاقـة بنشـاط الغـدة الدرقـية فـنقص الفيتامين يؤدى على نقص إفراز الثيروكسين وتضخم حجم الغدة .

وكذلـك يعمل على تخزين V.A فنقص الثيروكسين يؤدى على نقص V.A المخزن بالجسم وكذلك الناتج من تحول الكاروتينات .

***أعراض زيادة تناول V.A :-**

تحدث هذه الأعراض عند تناول جرعات يومية ولمدة طويلة تعادل ٥٠-٥٠٠ ضعف الاحتياجات . وتكون حالات التفوق عند تناول جرعة ٥٠٠,٠٠٠-١,٠٠٠,٠٠٠وحدة دولية من V.A .

أعراض هذا التسمم تبدأ بالامتناع عن الآكل . فقدان الوزن ، خشونة الجلد ، انتفاخ الجفون ، فقدان الشعر ، نزيف دموي ، ضعف صلابة العظام وسهولة الكسر ، تشوه الأجنة ونفوقهـا . كمـا أن تـناول زيـادة من V.A يؤدى على خلل من تكوين Lipo proteins . الموجـودة بأغشـية الخلايا وكذلك نقص محتوى الخلايا من V.E وهذا يرجع لتأثر النشاط الطبيعـي للأغشية للخلايا بما يعيق امتصاص V.E وكذلك ظهور بول مدم وبالروث أيضاً – عدم القدرة على التحكم في حركة الأرجل .

والجرعات الزائدة والتي تؤدى على حالات تسمم تختلف تبعاً لنوع الحيوان – عمرة – نشاط الفسيولوجي . مخزون الجسم من V.A درجة امتصاصه من القناة الهضمية وكذلك كفاءة تحول الكاروتينات إلى V.A .

**ثانياً : فيتامين د V.D**

وهو يتبع الاسيترويذات من حيث التركيب الكيمائي .

والمصدر له الأساسي في النبات هو Ergosteiol ومصدره الأساسي في الحيوان هو 7.Dehydro cholesterol وعـند تعرضها للأشعة الفوق البنفسجية يتم تحولها إلى الصورة النشطة بيولوجيا لكل منهما Ergo Calciferol ($V.D_2$) وذلك بعد التعرض لعدة ساعات/يوم . أما 7. Dehydro Cholecalciferol ($V.D_3$) بعد التعرض لبضعة دقائق/يوم .

فالـتعرض لفترات بسيطة لأشعة الشمس يوفر V. D دون توفره في الغذاء بمجرد توفر الأسيترويدات بالجسم .

**وظائف فيتامين D .**

١- رفع مستوى الكالسيوم والفوسفور في الدم والذي يسمح بتكوين طبيعي للعظام والذي يمنع حدوث حالات حمى اللبن . .

مـن المعلـوم أن هرمون الغدة الجار درقية Para Thyroid . H PTH يساعد في رفع محتوى الدم من الكالسيوم من خلال تأثيره على تكوين الصورة النشطة من

والـــذي بدوره يساعد 1.25 dihydroxy cholecalicferol V.D (1.25 (OH) 2 D 3
علـــى تحريـــر الكالســـيوم من خلايا العظام وإعادة امتصاص الكالسيوم من الأنابيب البولية وامتصـــاص الكالسيوم والفوسفور من القناة الهضمية . وقد تم عزل أكثر من نوع من البر وتيـــنات المرتـــبطة بالكالسيوم والتي تساعد في تكوينها الصورة النشطة من $V.D_3$ كما أن $V.D_3$ يســـاعد أيضـــاً في توفر مصدر الطاقة ATPase (نظام إنزيمي لتوفير الطاقة) وكذلك إنـــزيم alkaline phosphatase اللازمين لامتصاص الكالسيوم ضد منحدر والتركيز (الانتقال النشط) active transport .

### * التمثيل الغذائي لـ فيتامين D.

أمـــا يمـــتص من القناة الهضمية أو يتم تخليقه من الاستيرويدات الموجودة بالطبقة الدهنـــية تحـــت الجلد بتأثر الأشعة الفوق البنفسجية ثم يتم نقله إلى الكبد لتضاف مجموعة (OH) في موضع ذره كربون ٢٥ كما تتم هذه لإضافة أيضاً في الرئة والأمعاء وفى الكلية . وهـــذه الصـــورة ليست هي الفعالة فسيولوجيا ولا بد من إضافة مجموعة (OH) أخرى في موقع ذرة كربون ١ كما توجد أيضا الصورة $24.25(OH)_2\ D_3$ . وهذا يحدث في الكلية وهذه هي الصورة الفعالة بيولوجيا حيث تؤثر على النسيج المستهدف .

وهـــذا الـــتحول إلـــى الصـــورة النشـــطة يـــتحكم فيه أنزيم Monoxygenase في الميكروســـومات لخلايا الكبد وفى الميتكوندريا لخلايا الكلية . كما توجد صور عديدة أخرى لـــ (V.D) يتم إنتاجها تحت ظروف خاصة منها $1.25.25\ (OH)_3\ V.D_3$ ، 25-OH.D26.23 lactone وغيرها .

وزيـــادة الكالســـيوم مـــن العليقة يقلل من إنتاج $1.25(OH)_2\ D_3$ من الكلية ونقص الكالسيوم في الغذاء يزيد من تركيز هذا الفيتامين في الدم .

وتســـتجيب خلايـــا العظـــام لهذه الصورة النشطة وذلك بإنتاج عديد من البروتينات (إنزيمات) منها Alkaline phosphatase ، Collagen ولهما أهمية في إعادة تكوين العظام .

وهـــناك معلومـــات أن $1.25\ (OH)_2\ D_3$ لهـــا دور فـــي المناعة بتدخلها في تكوين بروتينات الأجسام المضادة وإنتاج خلايا B وكذلك T المساعدة .

ويخـــزن V.D فـــي الكـــبد أساســـا وكذلك في الرئة والكلية . كما يعاون V.D في امتصاص الكوبالت Co ، الحديد Fe ، ماغنسيوم Mg ، الاسترانثيوم Sr وكذلك الزنك .

***أعراض نقص فيتامين D :-**

١ – تكويـــن غير طبيعي للهيكل العظمى فنقص V.D يؤدى إلى ضعف الاستفادة من Ca ، P . كما يؤدى إلى ظهور حالات الكساح في الحيوانات النامية وضعف ولين العظام في الحيوانات التامة النمو وسهولة كسرها .عرج الحيوان وتقوس القوائم .

٢ – اتــزان سالب لمعظم العناصر المعدنية وانخفاض معدلات النمو وتظهر أعراض النقص بصورة أكثر وضوحاً في الطيور (الرومي بصفة خاصة) والحيوانات سريعة النمو .

وتــزداد الاحتــياجات $V.D_3$ عند تغذية الحيوانات على بروتين فول الصويا لاحتوائه الفيتات كالسيوم والفوسفور Phytate Calcium and Phosphorus .

كما أن زيادة إنزيم alkalin Phosphatase بالسيرم يزيد من حدوث أعراض نقص فيتامين D والكساح بصفة خاصة .

وتحــدث زيــادة جــرعات فيتاميــن D تشوهات في تكوين العظام وزيادة ترسيبات الكالســيوم فــي الأنســجة الرخوة . كما أن الكالسيوم يترسب أحيانا في الكلية ، وشريان الاورطة ، والرئة وذلك عند تناول وحدات ٣٠٠,٠٠٠-٦٠٠,٠٠٠ وحدة دولية وبالنسبة للدواجن جرعات ٤,٠٠٠,٠٠٠وحدة دولية /كجم غذاء .

وزيادة ترسب الكالسيوم في الكلية (الأنابيب البولية) قد يؤدى إلى النفوق وبالنسبة للحيوانات العشار قد تؤدى إلى تشوهات في الأجنة وحجم الرأس وشكل الأسنان . وبالنسبة للحيوانات النامية زيادة جرعات فيتامين D يؤدى إلى نقص الوزن وتصلب القوائم الأمامية – تقوس العمود الفقري – هزال – ارتفاع مستوى الكالسيوم والفوسفور بالدم فينتهي الأمر بالنفوق .

**ثالثاً : فيتامين هـ V.E**

بدايــة الــتعرف علــيه كان عامل ضروري للتناسل في الفئران وهى مجموعة من متشابهات التوكوفيرولtochopherol , α, B, ɣ والصورة α هي الأكثر نشاطاً بيولوجياً .

V.E مركــب غــير ثابــت وتزيد أكسدته في وجود بعض العناصر المعدنية وكذلك الأحمــاض الدهنية الغير مشبعة . وكذلك تقل أكسدته عند وجوده فى صورة استر لحامض الخليك Tochopherol acetate والصورة المحضرة صناعياً على المستوى التجاري هي d.α tochopherol actate.

* وظائف فيتامين هـ :-

١- يعمل أساسا كمضاد للأكسدة فيتأكسد الفيتامين بدلاً من المركبات الحيوية الأخرى .

٢- له تأثير أخر من خلال النشاط الميتابوليزمى لـ α -Tochopherol حيث له دور في تخليقه الأحماض النووية وميتابوليزم البروتين بصفة خاصة وكذلك تمثيل الطاقة في الميتوكوندريا.

٣- له دور في استمرار المحافظة على الأغشية الخلوية ونشاطها وله علاقة في ذلك مع العنصر المعدني السلينيوم .

٤- نشاط العديد من الإنزيمات بتأثير بنقص فيتامين E وهو يعمل على تنشيطها وتنشيط تخليقها والمحافظة عليها وإن كان هناك إنزيمات أخرى يزيد تركيزها عند نقص فيتامين E لتعويض دورة الحيوي .

٥- يساعد فيتامين E في تكوين DNA Mesenger من أل RNA أي يساعد في نقل الشفرة الوراثية والمتعلقة بتخليقه البروتينات ومنها الإنزيمات .

٦- يؤثر في نشاط الميكروسومات والميتوكوندريا ومنها ما يتعلق بالقدرة على الأكسدة.

٧- هناك من يعتقد أن جزء من جزئ فيتامين E يعمل في عمليات الأكسدة والاختزال وكذلك لحماية البر وتينات المحتوية على الكبريت وتلك المحتوية على السلينيم .

٨- له دور في تخليقه البروستاجلاندين . فنقص فيتامين E يقلل إنتاجها من ميكروسومات العضلات والطحال الخصية . بينما يزيد إنتاجها من الصفائح الدموية .

٩- له دور في إنتاج الأجسام المناعية وزيادتها كما يزيد من مقاومة الدجاج لفعل بكتريا Echerichia coli .

* أعراض النقص لفيتامين E .

١- فشل تناسلي وذلك لتأثيره على نفاذية الخلايا للأغشية المبطنة للجهاز التناسلي الأنثوي والذكرى .

٢- ضعف العضلات .

٣- تحلل الأجنة .

٤- العقم بالنسبة للذكور لضمور خلايا الخصية .

٥- فشل التبويض في الإناث .

٦- تأثيره السلبي على نفاذية الأغشية الخلوية . حيث يؤثر بالتالي على نشاط المخ والكبد والكلية والشعيرات الدموية ويمكن لعنصر السلينيم معالجة هذه الأعراض .

٧- تحلل كرات الدم الحمراء عند نقص فيتامين E .

٨- تحلل أنسجة الكلية .

٩- خلل في الخلايا العصبية في المخ - عدم التوافق العضلي - تشنجات - وهذه ترجع إلـى نـزيف وتورم في المخ وهذا الورم يرجع إلى زيادة النفاذية للغشاء الخلوي وللشعيرات الدموية المغذية للمخ .

١٠- تحلـل العضلات وتهالكها (الألياف العضلية الهيكلية) ، عضلة القلب ، موت خلايا الكـبد ، المـوت المفاجـئ وهـى الحالـة الشائعة في العجول وهى ناتجة عن تراكم البيروكسيدات وكذلك الإنزيمات المحللة للخلايا lysosomal enzyme وهى من الأعراض المصاحبة لذلك أيضا.

١١- انخفاض تركيز الحامض الأميني سستئين .

*** التمثيل الغذائي لفيتامين E.**

يمـثل الجـزء الأوسط من الأمعاء الدقيقة موضع الامتصاص الأساسي لفيتامين E حيـث يمـتص من خلال دقائق الدهون في وجود أملاح الصفراء . ويساعد في امتصاصه الذوبـان فـي الجلسـريدات الثلاثـية ذات السلاسل متوسطة الطول من الأحماض الدهنية بالمقارنة بالأحماض الدهنية طويلة السلسلة . بينما الأحماض الدهنية الغير مشبعة تقلل من امتصـاص فيتاميـن E كما يساعد في امتصاصه العصارة البنكرياسية بالإضافة إلى أملاح الصفراء لكي تصل كفاءة امتصاصه من ١٠-٣٦% . وتركيز الفيتامين بالدم يتوقف على:-

١- مدى امتصاصه من القناة الهضمية .

٢- سحبه من الدم إلى الأنسجة المختلفة .

٣- فترة بقاءه بالأنسجة .

ويـتم تخزينه (الكبد - العضلات الهيكلية - القلب - الرئة - الكلية - طحال - بنكرياس - الغدة النخامية - الخصيتين - الغدة الفوق كلوية ) .

ونظـراً لانتشـاره في أنسجة الحيوان فهذا يؤكد أهميته في منع تكوين البيروكسيدات والمحافظة على نشاط أغشية الخلايا .

*** العلاقة بين فيتامين E وبعض العناصر الغذائية الأخرى .**

هـنـاك بعـض العناصـر الغذائـية مـثل السلينيم والأحماض الدهنية الغير مشبعة والأحمـاض الأمينـية المحـتوية على الكبريت والحديد وفيتامين A وفيتامين C والكولين والزنك . جميعهم لهم علاقة باحتياجات الحيوان من فيتامين E .

**أ – السلينيوم :-**

يمكـنه معالجـة أعـراض نقـص فيتاميـن E . فالسلينيوم يدخل في تكوين إنزيم glutathione peroxidase والـذي ينظم تحلل البيروكسيدات الناتجة عن أكسدة الدهون في غياب فيتامين E .

**ب – الأحماض الدهنية مشبعة :-**

تـزيد الاحتياجات لفيتامين E بزيادة وجود تلك الأحماض في الغذاء وفى الأنسجة . فـزيادتها تـزيد من تحلل كرات الدم الحمراء وتغير لون الدهن إلى اللون الداكن وتقلل من تركـيز فيتاميـن E في الدم فهذه الأحماض تؤدى أيضا إلى تكوين صبغة براقة في كل من الخصـيتين والقلب والنسيج الدهني والغدة الفوق كلوية . والمخ والعضلات الهيكلية ونخاع العظام . وذلك في غياب أو نقص V.E الذي يمنع تكوين هذه الصبغة البراقة Fluorescent pigment والـناتجة عـن أكسدة الدهون وتراكم نواتج هذه الأكسدة تؤدى إلى قصر الحياة الإنتاجية للحيوان .

**جـ – الأحماض الأمينية الكبريتية :-**

فالحـامض الأمينـي سستين يمنع ضمور الكبد (موت خلايا الكبد) Liver Necrosis وذلـك يرجع للخاصية الاختزالية لمجموعة Sulfahydryl في هذا الحامض والتي تقلل من تكوين البيروكسيدات فهذا يساعد دور فيتامين E ويقلل من الاحتياجات له .

**د – الحديد :-**

له تأثير عكسي على فيتامين E حيث يؤدى الحديد إلى زيادة إنتاج الأحماض الدهنية الغـير مشـبعة فـي كرات الدم الحمراء (هذه علاقة سلبية بين عنصر معدني وهو الحديد والفيتامين) .

**هـ – فيتامين A :-**

يبدو أن فيتامين E يساعد في حماية فيتامين A من الأكسدة حيث له تأثير المحافظة للمخـزون مـن فيتاميـن A فـي الكبد . فزيادة فيتامين A في الغذاء تزيد الاحتياجات من الفيتامين .

فأعراض التسمم : لزيادة جرعات فيتامين A يمكن علاجها بالإضافة بفيتامين E .

**و – فيتامين ج V.C :-**

يســاعد فــي تثبيط تكون البيروكسيدات في أنسجة الحيوانات التي تعانى من نقص فيتاميــن E . وهــذه العلاقــة الإيجابية قد لا تكون مباشرة بل قد ترجع إلى أن فيتامين C يســاعد فــي امتصاص السيلينيوم من القناة الهضمية فالتأثير يرجع أساساً للسلينيوم وهو الــذي يحمــي الأنســجة مــن تأثير البيروكسيدات . وهذه علاقة بين V.C والسلينيوم Se وفيتامين E إيجابية .

**ز- الكولين :-**

التهابات الكبد والتي تحدث لنقص الكولين يعالجها إضافة فيتامين E لهذه الالتهابات التى تحدث غالباً لتكون البيروكسيدات . فهناك توافق بين الكولين وV.E في منع تكوين هذه البيروكسيدات .

**م- فيتامين ب١٢ السيانوكوبالامين :-**

توجــد أدلــة على أن V.E ضروري لتحول $V.B_{12}$ إلى صورة نشطة تعمل كمرافق إنزيمي S-deoxyadenosyl - cobalamin والذي يعتبر ضرورياً في التمثيل الغذائي للحامض الدهني Methyl malonyl والذي له دور هام في ميتابونيزم والكربوهيدرات .

**ط- الزنك:-**

يســاعد في حماية الأغشية الخلوية وأغشية كرات الدم الحمراء على وجهة التحديد مــن التأثير السلبي للبيروكسيدات . فهو له دور مماثل لنشاط V.E في منع تكون والحماية من تأثير البيروكسيدات .

- كفــاءة انتقال V.E من الدم إلى المشيمة ومنها إلى الجنين محدودة كما أن تركيز فيتاميــن E فــي اللبــن يعــتمد على تركيزه في دم الحيوان الحلاب . وبالتالي فإن إصابة الحيوانات الرضيعة بأعراض نقص فيتامين E يعتمد على ما هو مخزون في جسم الأم ومما تناولــه فــي الغذاء حيث أن المخزون في جسم الرضيع محدود . فلا بد من العناية بتوفير مصــادر فيتاميــن E للحــيوانات العشار لتخزين قدر من V.E بأنسجتها تساعد في توفيره للعجــول الرضيعة بعد الولادة . تناول جرعات عالية من V.E قد يؤدى إلى حدوث أعراض تسمم ومنها نزيف واضطرابات عصبية وتورم واضطرابات في النظام لهرموني .
- وهــناك علاقة عكسية بين زيادة جرعات V.E ونشاط V.K التي يمنع نزيف الدم ويساعد في التجلط والتئام الجروح .

*** فيتامين ك V.K**

مقــاوم النزيف – سرعة التجلط الدم – هي الأعراض والعلامات الواضحة لمستوى V.K بـــالدم . وفيتامين K هـــو مجموعـــة مـــن مركبات Phyloquinone $V.K_1$ , $V.K_2$ Menaquimone . حيـــث أن $V.K_1$ مصدر نباتي ، $V.K_2$ مصدر بكتيري بالقناة الهضمية ، $V.K_3$ Menadione مركب محضر صناعياً على مستوى تجارى .

– ويقـــوم الكـــبد بتحويل تلك الصور المختلفة إلى $V.K_2$ والتي تبدو أنها الصورة الفعالة بيولوجياً .

*** وظائف V.K :–**

ضروري للتجلط الطبيعي للدم فهو ضروري لتكوين البروثرومين في الكبد وأن كان لا يدخـــل فـــي تركيـــبه ولكنه ينشط بنظام إنزيمي لتخليق البروثرومبين وعوامل أخرى في تكوين الجلطة الدموية .

وهناك من يعتقد أن هذا التأثير يكون من خلال تأثيره في تكوين RNA ضروري في تكوين البروثرومين والذي يدخل في تركيبه الحامض الأميني Ɣ-Carboxy glutamic acid وأن V.K يتدخل في نشاط إنزيم Ɣ-glutamyl carboxylase .

فـــيقوم V.K بإضـــافة مجموعة كربوكسيل للرابطة الببتيدية المحتوية على حامض الجلوتاميك .

*** أعراض نقص V.K :–**

– زيـــادة الفترة الزمنية حتى يتجلط الدم عند الإصابة بجروح أو نزيف وطول هذه الفترة أو قصرها خير دليل على تركيز V.K فقد تكون هذه الفترة عدة ثواني وقد تمتد لعدة دقائق .

– والكائـــنات الحـــية الدقـــيقة في القناة الهضمية عادة تخلق V.K بكميات مناسبة للاحتـــياجات الميتابوليزمية للحيوان العائل . ويستفيد الحيوان من هذا الفيتامين المخلق إما بالامتصاص في الأمعاء أو عند التهام بعض مخرجاته من الروث وهذه الظاهرة واضحة فى الأرانب والفئران .

*** التمثيل الغذائي لـ V.K :-**

- يمتص V.K بكفاءة في وجود العصارة الصفراوية وكذلك دهون الغذاء . وكفاءة الامتصاص تتوقف على الصورة المتواجدة عليها وكذلك تبعاً لنوع الحيوان .

- $V.K_3$ المحضر صناعياً أقل كفاءة من $V.K_1$ في مواجهة التأثير السلبي لـــــ Sulfaquinoxaline التي تعيق امتصاصه وقد تحوله إلى مركب سام . وV.K ومشتقاته غــير ثابــتة فـــي الوســط القلـــوي . ومن مضادات أو مثبطات نشاط فيتامين V.K مادة dicumarol والتـــي توجـــد في البرسيم الحلو التالف (نمت عليه فطريات وحدثت تخمرات) فهذه المادة تسبب نزيف داخلي بشدة ويؤدى إلى نفوق الحيوان .

- وكذلـــك مـــادة warfarine وهـــى مـــادة تستخدم كسم الفئران وهذه المادة مثبط تنافسي لــ $V.K_2$ فهي تؤدى إلى نزيف شديد (طول الفترة اللازمة لتجلط الدم) ويمكن علاج ذلك بزيادة كمية $V.K_2$ .

- ومن مثبطات V.K أيضاً مركب Naphthoquinone ومشتقاته، α-Tochopherylquinone .

- ويلاحـــظ أن الجـــرعات الـــزائدة مـــن $V.K_1$ ، $V.K_2$ ليس لها أى تأثير سام بينما الجرعات الزائدة من $V.K_3$ Menadione تؤدى إلى حدوث أنيميا – ضيق التنفس – آلام في الصدر .

*** الفيتامينات التي تذوب في الماء :-**

فـــيما عدا $V.B_{12}$ فهي لا تخزن في الجسم – ولا بد من توفيرها يومياً فى الغذاء . تخلقها الكائنات الحية في القناة الهضمية عند تغذيتها في الظروف الطبيعية . فالمجترات لا تحـــتاج لهـــا فـــي الظـــروف العادية وكذلك الحيوانات التي تلتهم بعض من مخلفات القناة الهضمية ظاهرة Coprophagy مثل الأرانب والفئران .

وهـــذه الفيتاميـــنات تحتاجها الحيوانات بكميات بسيطة وهى ترتبط أساساً بالنشاط الميتابولـــيزمى فالاحتياج لها تبعاً لنوع الغذاء ومدى النشاط الميتابوليزمى ولهذا فهو ينسب إلى الكمية من الغذاء المتناولة . وهى تعمل كمرافقات إنزيمية ولها علاقة بالعناصر المعدنية الكبرى والصغرى وكذلك تخليق الأحماض الأمينية . وكذلك جميع عمليات الأكسدة والاختزال الحيوية ونقل المركبات الوسطية في التفاعلات الميتابوليزمية .

*** نقصها بصفة عامة يؤدي إلى :-**

١ – فقدان الشهية ٢ – نقص الوزن ٣ – انخفاض مستوى الإنتاج
٤ – التهابات جلدية ٥ –اضطرابات عصبية ٦ – سقوط الشعر
٧ – نزيف وتحلل في الأنسجة للكلية ٨ – اضطرابات الغدة فوق الكلوية
٩ – تراكم الدهن في الكبد ١٠ – اختلال في التكوين العضلي ١١ – فشل في التناسل
١٢ – اضمحلال فى الخلايا المنتجة للحيوانات المنوية ١٣ –الإجهاض
١٤ –نفوق الأجنة (قلة حجم الخلفة) .

– وحيث أنها لا تخزن في الجسم ما عدا $V.B_{12}$ فزيادتها في الغذاء غالباً لا تسبب أعراض تسمم بعكس الحال في الفيتامينات والعناصر المعدنية التي تخزنه بالجسم .

***١– فيتامين ب١** ، $V.B_1$ الثيامين Thiamin وهو يحوى على الكبريت في تكوينه .
وله دور هام فى نزع مجموعة الكربوكسيل من لاحماض Decarboxylation of α ketoacid

$$\text{Pyruvic acid} \xrightarrow{tpp} \text{acetaldhyde} + Co_2$$

والفيتامين يحفز من تخليق هرمون الاسيتروجين وحفظ مستواه بالدم .

*** أعراض نقص فيتامين $B_1$ :-**

١ – زيادة تركيز حمض البيروفيك وحمض اللاكتيك بالدم .
٢ – اضطرابات في تمثيل الكربوهيدات .
٣ – ظهور أعراض مرض البرى برى . (ضعف وتصلب المفاصل – تورم القدم والأرجل بصفة عامة – عدم انتظام المشي – اضطرابات عصبية – ألم على طول العمود الفقري) .
٤ – انخفاض عدد ضربات القلب وضعف عضلة القلب .

**II الريبوفلافين** Riboflavin $V.B_2$

– مادة ملونة صفراء براقة – مقاوم للحرارة – يتلف بالتعرض للضوء .
– FAD , $FMN_2$

$$\text{Riboflavin} + \text{ATP} \longrightarrow \text{FMN+ADP}$$

$$\text{FMN+ATP} \xrightarrow{\text{FAD Pyrophorylose}} \text{FAD +Pyrophosphate}$$

يعمل كمرافق إنزيمي لإنزيمات مثل :

. oxiddases aerobic and non aerobic dehydrogenases

- له علاقة قوية مع النياسين الذي هو بدوره للمرافق الإنزيمي NADI , NADPII .

***أعراض نقص فيتامين $B_2$ :-**

١- إنقاص معدل النمو .
٢- سقوط الشعر (الضعف حويصلات الشعر).
٣- اختلال التكوين العضلي .
٤- نزيف على الغدة الفوق كلوية .
٥- القيء وفقدان الشهية
٦- التهابات جلدية .
٧- عتامة عدسة العين "المياه البيضاء" .
٨- تراكم الدهن على الكبد .
٩- خلل في الكلية .
١٠-تحلل الأغلفة للألياف العصبيةMylein sheeths (اضطرابات عصبية)
١١- نقص نشاط :-

A . Acyl co A dehydrogenase .
B. Liver peroxidase activity
C. Oxida reductase for $V.B_{12}$ activatio ضروري في تنشيطه

١٢- إسهال
١٣- انخفاض تكوين الأجسام المضادة .

- العلائق المرتفعة في % الدهن والمنخفضة في % للبروتين تزيد الاحتياج لهذا الفيتامين .
- توجد له متشابهات ومنها ما يعمل كمثبطات له مثل
Iso riboflavine - galacto flavin - Dinitrophenezine - D.Arabo flavin
- وهـــذه المتشابهات (المثبطات) لها دور حيوي حيث تنشط نمو الخلايا السرطانية وكذلك بعض الخلايا البكتيرية الممرضة .

**III النياسين Niacin - (Nicotinic acid) :-**

- نقص هذا الفيتامين يسبب مرض البلاجرا وكان يعزى ذلك إلى نقص عنصر غذائي يوجد في الخميرة .

**هام. تعتبر الخميرة مصدر جيد لمجموعة فيتامينات ب المركب .**

Co OH — Nicotenicacid

Co $NH_2$ — Nicotinamid

مقاوم للحرارة – الضوء – الوسط القلوي .

- وهو يعمل كمرافق إنزيمي فى نقل ذرات الايدروجين NADP , NAD codehydrogenases

$$H_2 + O \longrightarrow H_2O$$

يوجد في جميع الخلايا الحيوانية ولكن نسبتها لبعضهما البعض تختلف تبعاً للنسيج . NAD ⟷ NADP

***أعراض نقص النياسين :-**

١- انخفاض في معدل النمو ٢- فقدان الشهية ٣- إسهال

٤- القيء ٥- التهابات جلدية ٦- قرحة الأمعاء

٧- ضعف التريش ٨- سقوط الشعر وحول العين بصفة خاصة ٩- اللسان الأسود

١٠- التهابات بالفم

- النياسين الموجود بالحبوب غالباً لا تستطيع الاستفادة منه الحيوانات وحيدة المعدة حيث يوجد مرتبطاً مع البروتينات والكربوهيدرات في مركبات معقدة فيجب إضافته من مصادر أخرى .

- في بعض الحالات إضافة النياسين في علائق المجترات تحسن إنتاج اللبن- الزيادة في الوزن-الكفاءة الغذائية على الأقل في الأسابيع الأولى من مرحلة التسمين(٥-٥٠٠جزء في المليون) .

- توجد علاقة بين النياسين والحامض الأميني تربتوفان .

**Tryptophone ——▶ Niacin**
**60 mg ——▶ 1 mg**

- جرعة النياسين ٣-٩ ملجم/يوم تؤدى إلى انخفاض الكوليسترول بالدم وكذلك نقص تحلل الدهن بالأنسجة الدهنية وزيادة استهلاك الجليكوجين .

- زيادة النياسين المضاف إلى عليقه الحيوان يؤدى إلى متاعب بالكبد وتغيرات بالنشاط العديد من الإنزيمات – اضطرابات هضمية . زيادة حمض اليوريك والجلوكوز بالدم .

**III حمض البانتوثنيك:-**

وكانت بداية التعرف عليه أن عامل هام يوجد بالخميرة .

- وهو عبارة عن ببتيد لحمض البيوتريك وبيتا آلانين .

- وهو يعمل كمكون في مرافق أنزيم COA A الواجب توفره لنقل مجموعة كربونية مكونة من ذرتين كربون – يتدخل في ميتابوليزم الطاقة – تمثيل وتخليق الأحماض الدهنية والأحماض الأمينية والكربوهيدرات ودخولها في دورة كربس (دورة حمض الستريك) وكذلك في تكوين الاستيرويدات – له دور في تكوين الأجسام المضادة .

***أعراض نقص حمض البانتوثينك:-**

١- انخفاض معدل النمو .

٢- نزيف وتحلل بقشرة الغدة الكلية وكذلك الكلية .

٣- اضطرابات عصبية.

٧- التهابات جلدية .

٨- ضعف الجهاز المناعي(ضعف الخلايا الليمفاوية) .

٩- نفوق الأجنة وامتصاصها .

٤- اضمحلال مخاطية الاثنى عشر .
٥- خشونة الشعر .
٦- تراكم الدهن على الكبد .
١٠- الإسهال .
١١- فقدان الشهية .
١٢- القيء .

*** فيتامين ب ٦ V.B6**

Pyridoxalamine - Pyridoxal - Pyridoxine

مقاوم للحرارة والمحاليل القلوية .

– يعمل كمرافق إنزيم لعديد من الإنزيمات التي تشترك في تمثيل البروتينات والأزوت بصفة عامة . فيزيد الاحتياج له بزيادة % البروتين في الغذاء .

Transaminases - decarboxylases - racemases - amineoxidases - aldol reactions - . cleavage - dehydration - deamination - desulfhydration

– ضـــروري في ميتابوليزم حمض التربتوفان وكذلك التيروسين والفنيل آلانين . كما يدخل هذا الفيتامين في تكوين عديد من إنزيمات أل Phosphorylases .

– كفـــاءة امتصاص من القناة الهضمية ٥٠% وذلك لتكوين مركبات معقدة مع البروتينات والأحماض الأمينية والسكريات المختزلة .

– له دور في تكوين كرات الدم الحمراء .

– له دور فـــي نشـــاط الغدد الصماء وخاصة نشاط هرمون النمو – الانسولين – هرمونات النشاط الجنسي – غدة الادرينال – الغدة الدرقية .

– مركـــب الدوباميـــن ينشـــط ويحفـــز إفراز هرمون النمو .وهذا الفيتامين يساعد فى نزع مجموعة الكربوكسيل من مركب الدوبا ليتحول إلى دوبامين الدوبا $\xrightarrow{V.B6}$ دوبامين .

*** أعراض النقص لـ V.B6 :-**

١- اضطرابات عصبية .
٢- انخفاض الأجسام المناعية المضادة .
٣- التهابات جلدية وخاصة بالقدم وحول الأذن .
٤- ضعف بصيلات الشعر يؤدى إلى سقوط الشعر .
٥- اضطرابات النشاط التناسلي وإنتاج البيض وتفريخه .
٦- ضعف النمو والتريش غير طبيعي .
٧- تغيرات في التمثيل الغذائي للدهون وترسيب الدهن بالذبيحة .
٨- تراكم الدهن بالكبد .

٩- زيادة تركيز الكوليسترول بالبلازما .

١٠- زيادة حمض الاوكساليك المخرج بالبول .

*** فيتامين $B_{12}$ Cyanocobalamine**

- عامل يتوفر في البروتين الحيواني يعالج حالات الأنيميا نقصه يسبب نزيف دموي واضطرابات عصبية . تخلقه الكائنات الحية الدقيقة عند توفر الكوبلت ويعمل كمرافق لعديد من الإنزيمات.

**Isomerases (Alutases) - dehydrases - Methioninebiosynthesis - oxidationof propionic acid**

لــه دور في حماية الخلايا الطلائية بالقناة الهضمية – وتكوين الخملات – يدخل في تكويــن مرافقات إنزيمية لتخليق مجموعة الميثيل $CH_3$ وهى ضرورية في تكوين الأحماض النووية وذلك مع حمض الفوليك . كما يدخل $V.B_{12}$ في تخليق عديد من الأحماض الأمينية.

*** أعراض النقص :-**

وتحدث عند تغذية على علائق فقيرة في الكوبلت .

١- ضعف النمو .

٢- تلف الكلية .

٣- تراكم الدهن بالكبد .

٤- اضطرابات عصبية .

٥- انخفــاض مســتوى البروتينات بالدم وزيادة تركيز المــواد الآزوتية الغير بروتينية بالدم وكذلك زيادة تركيز الجلوكوز .

٦- اضطرابات في نشاط الغدة الدرقية .

٧- عدم توافق حركة العضلات للأرجل .

٨- انخفاض وعدم الفقس ونفوق الأجنة .

٩- ضعف التريش .

١٠- تضخم القلب والغدة الدرقية .

١١- خشونة الشعر .

١٢- تضخم الكبد .

١٣-إجهــاض الحــيوانات العشــار أو تشوه الأجنة وقلة عدد الخلفة .

١٤- خلل في تلون الجلد .

١٥- فقدان الشهية .

١٦- انخفــاض إنــتاج اللبــن وزيادة الأجسام الكيتونية بالدم .

كمــا يوجــد بالدم بعض البروتينات التي ترتبط مع $V.B_{12}$ لتنظيم تركيزه وتساعد على التخلص من الزيادة بإخراجه مع العصارة الصفراوية .

*** حمض أل فوليك (الفولاسين Folacin)**

وله عدة مشابهات Tetra hydrofolic acid

5 formyl tetra hydrofolic acid
10 formyl tetra hydrofolic acid
5 Methyl tetra hydrofolic acid

- له علاقـــة بالميتابوليزم حيث يتضمن نقل ذرة كربون واحدة إلى مركب آخر كبير والصـــورة النشطة هي tetra hydrofolic acid وله دور في تخليقه البيورين - البيريميدن - الجليسين - السرين - الكيراتين .

- يشـــترك مـــع إنـــزيمات Xanthineoxidase-Cholineoxidase وله دور في الميتابوليزم حيث يدخل في تركيبهم .

- الكولين والميثايونين وكذلك يتدخل في تكوين حمض الاسكوربيك V.C .

*** أعراض النقص :-**

١- انخفاض معدل النمو .

٢- أنيميا .

٣- انخفاض عن كرات الدم البيضاء .

٤- يتدخل في الجهاز المناعي وإنتاج الأجسام المضادة .

٥- أجنة غير طبيعية .

٦- اضطرابات عصبية .

*** البيوتين :-** Biotin

- وهو يحوى على كبريت في تركيبه .

- كان يعتبر كعامل نمو للخميرة .

- عند التغذية على بياض البيض النيئ حدثت التهابات جلدية وسقوط الشعر وتعالج هـــذه الأعـــراض بإضافة عامل في الكبد هو (البيوتين) وتم عزله من صفار البيض ثم من الكبد.

- يعمل كمرافق الإنزيمات التى تتدخل فى تحول

Propionyl COA ⟶ Methyl malonyl COA

تحلـــل الليوسين - ميتابوليزم الدهون - نقل مجا ميع الكربوكسيل - تخليقه حمض الاســـبارتيك وكذلك إزالة مجا ميع الأمين من الأحماض الأمينية - له تأثير على ميتابوليزم البروتين والكربوهيدرات والدهون .

*** أعراض نقصه :-**

١- التهابات جلدية .

٢- خلل في النشاط التناسلي وتشوه الأجنة وتزيد هذه أعراض النقص عند نقص حمض الباتنوثنيك .

٣- اضطرابات عصبية وسقوط الشعر .

- يوجــد في بياض البيض بروتين Avidine يتحد مع الفيتامين البيوتين ويكون مركب معقــد يمنع الاستفادة من البيوتين . وأيضاً هذا البروتين يتلف بالتسخين لمدة ٣٠-٦٠ دقيقة .

*** الكولين :-**

$$HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}N \leftarrow \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$$

- يدخــل فــي تكوين الفوسفولبيدات - السفنجوميلين ونقل الإشارات العصبية من خلال acetylcoline .

- يوفــر مجا ميع الميثيل الحرة - يدخل في تركيب الليبوبروتين يمنع تراكم الدهن بالكبد - ينشط إنزيم Glycosyl trans ferase في الأغشية الخلوية .

*** نقصه :-**

- يسبب خلل في الغشاء الخلوي ووظائفه بالعديد من خلايا الجسم .
- له تأثير على تركيز الفوسفولبيدات بالدم وكذلك بالمخ والجهاز العصبي .
- له تأثير على انقباض وانبساط العضلات الهيكلية .
- نقصه يسبب انخفاض ضربات القلب .

Acetyl choline $\xrightarrow{\text{cholinestirase}}$ choline +Acetic acid require COA

- نقصــه يسبب تراكم الدهن بالكبد - نزيف دموي بالكبد انخفاض مستوى الدهن بالسير م . وفره الميثيونين يعالج أعراض النقص في الفيتامين ويوفر $CH_3$ .

*** فيتامين ج** Ascorbic acid V.C

وهو يتبع الفيتامينات التي تذوب في الماء .

- وهــو عامل يوجد في الموالح يعالج مرض الإسقربوط . يتكون هذا الفيتامين من الـ D.glucose

D.glucose ⟶ D.glucouronic acid ⟶ L.gulanic acid ⟶ L.ascorbic acid
L.gulonic gamma lactone

$CH_2OH$ H OH C C C O C C HO O

- يدخــل V.C فـــي العديد من التفاعلات الميتابوليزمية فهو يشترك مع العديد من الإنزيمات فى :-

١- عمليات الأكسدة والاختزال (نقل الإلكترونات) فهو سهل التأكسد ثم اختزاله بعد ذلك .

٢- يعمل V.C كعامل مختزل .

٣- ضروري للأكسدة الطبيعية للحامض الأميني التيروسين .

٤- ضروري للتمثيل الغذائي الطبيعي للكولاجين .

٥- ضـــروري لتخلـــيق الحـــامض الأميني Hydroxy Lysin من Lysin وكذلك Hydroxy Prolin من Prolin ، V.C لا يتدخل في إضافة مجموعة الهيدروكسيل ولكن ضروري لإبقاء الإنـــزيم والمرتـــبط بـــالحديد فـــي صوره مختزلة وهذا الانزيم هو الذى يساعد فى اضافة مجموعة الايدروكسيل .

٦- ضـــروري مع ATP لارتباط الحديد بالبلازما في بروتين Ferritine فإن كل من ATP ، V.C ، Fe يكونوا جميعاً مركب نشط يسمح بتحرير الحديد من Trans ferrine بالبلازما إلى بروتيـــن الـــFerritine الموجود بالأنسجة وحيث أن V.C لا يخزن بكميات كبيرة بالأنسجة فيجب إضافته يومياً للحيوان الغير قادر على تخليقه وإن كانت الثدييات والطيور قادرة على تخليقه من سكر الجلوكوز بكميات مناسبة .

***أعراض نقص V.C**

١- انخفاض تركيزه بالأنسجة .

٢- ظهـــور أعـــراض مرض الأسقربوط والتي تشمل تورم الجلد "أود يما " ، نقص في الوزن - الرغبة في القيء - هزال - إسهال - عدم انتظام تكوين عظام الأسنان، الغضاريف - الأنسجة الضامة ،العضلات .

٣- نزيف دموي في العضلات لضعف جدر الشعيرات الدموية .

٤- تراكم الدهن .

٥- ضعف خلايا الكبد والطحال ، الكلى وتحللها وحدوث نزيف دموي .

٦- تضخم الغدد فوق الكلية وتراكم الدهن عليهما وتأثر إفرازاتها الهرمونية بشدة .

٧- نقص اشتراك الكبريت في تكوين Mucopoly Saccharide .

٨- نقص (V. C) يؤدى إلى انخفاض البروتين فى الدم "أنيميا " .

٩- طول الفترة اللازمة لتجلط الدم .

١٠- تأخر التئام الجروح .

١١- لا يمكن لكل من الكالسيوم ، الفسفور ترسبها طبيعياً بالعظام عند نقص (V.C) لتأثيره على ضعف تكوين النسيج العظمى .

١٢- (V.C) يساعد ويشجع امتصاص الحديد .

١٣- زيـــادة جـــرعات (V.C) قـــد تؤثر سلبياً على الاستفادة من النحاس وبعض العناصر المعدنية النادرة الأخرى . لذا يجب تجنب للتركيزات المرتفعة منه في الغذاء .

## العناصر المعدنية Minerals

هـي مركـبات غـير عضوية توجد بالغذاء في صورة صلبة في صورة مركبات أو أملاح أو في صورة متبلورة كما أن العنصر معدني لا يتحلل وكذلك لا يخلق بواسطة تفاعل كيمائي .

وتتوزع العناصر المعدنية في مجموعتين تبعاً للتركيزات التي تتواجد بها في المواد الغذائية وكذلك تبعاً لاحتياجات الحيوانات منها :-

**المجموعة الأولى : ويطلق عليها العناصر المعدنية الكبرى Major (macro) elements**

ويحتاجها الحيوان بتركيزات أكبر من ١٠٠جزء في المليون وهى :-

الكالسيوم – الفوسفور – الماغنسيوم – الصوديوم – الكلور – البوتاسيوم – الكبريت .

**المجموعة الثانية : ويطلق عليها العناصر المعدنية الصغرى (النادرة) Trace (macro) elements**

ويحتاجها الحيوان بتركيزات أقل من ١٠٠جزء فى المليون من أهمها :-

الحديد – النحاس – المنجنيز – الزنك – اليود – الكوبالت – الموليبدنم – السلينيم – الكروم – السليكون .

كمـا أن هـناك عناصـر معدنية يحتاجها الحيوان بكميات متناهية في الصغر كانت توضع من قبل مع العناصر المعدنية السامة ومنها :-

الفلور – الكادميم – القصدير – الزرنيخ – النيكل – الفاناديم – الزئبق .

وتمـثل العناصـر المعدنية ٣,٥% من وزن الذبيحة حوالي ٢% من وزن الحيوان الحي والجزء الأكبر منها يوجد مرتبط بالهيكل العظمى مما يكسبه الصلابة والقوة .

ويمـثل الكالسيوم ٣٦% والفوسفور ٢٩% من جملة كمية العناصر المعدنية لجسم الحيوان بينما يمثل كل من الماغنسيوم ، الصوديوم ، الكلور ، البوتاسيوم ، الكبريت حوالي ٢٤% مـن جملـة كمـية العناصر المعدنية وتمثل العناصر المعدنية الصغرى ما تبقى من مجموع كمية العناصر المعدنية بجسم الحيوان .

**وللعناصر المعدنية بصفة عامة وظائف عديدة منها :-**

١- تـتدخل العناصـر المعدنية في التفاعلات الحيوية التي تحدث بالجسم سواء كمكون للإنزيمات أو كعامل مرافق للإنزيمات وذلك مثل الكالسيوم ، الماغنسيوم ، المنجنيز ، الكوبالت ، الحديد ، الموليبدنم ، الزنك ، الفوسفور ، الكبريت .

٢- يـتدخل كل من الكالسيوم ، البوتاسيوم ، الصوديوم ، الماغنسيوم في نشاط الجهاز العصبي سواء في نقل التنبيه العصبي أو رد الفعل .

٣- يتدخل كل من البوتاسيوم ، الصوديوم ، الكلور في ضبط وتنظيم الضغط الأسموزى ورقم ألPH الحموضة لسوائل جسم الحيوان .

٤- تدخـل بعض العناصر المعدنية مثل الحديد في تكوين الهيموجلوبين الضروري في تكوين كرات الدم الحمراء وكذلك في تكوين الميوجلوبين في العضلات .

٥- يدخـل الفسـفور في تكوين الفوسفولبيدات والتي لها دور هام في تكوين الأغشية الخلوية – الجهاز العصبي – بعض البروتينات مثل الفسفوتين بالبيض .

٦- الكلسيوم ضروري لانقباض وانبساط العضلات وكذلك عضلة القلب .

٧- الماغنسـيوم له دور حيوي ويدخل في تكوين الكلوروفيل بالمادة الخضراء وكذلك كمرافق الإنزيمات عديدة .

٨- يدخـل الكبريـت في تكوين بعض الأحماض الأمينية مثل الميثيونين ، السستنين ، السستين . وكذلك يدخل الكبريت فى تكوين الثيامين (فيتامين ب١) .

٩- يدخل اليود في تكوين هرمون الثيروكسين والذي يفرز من الغدد الدرقية ويؤثر في النشاط الميتابوليزمى العام بالجسم .

١٠- يدخل الكوبالت في تكوين السيانوكوبلامين $V.B_{12}$ فيتامين ب١٢ والذي نقصه يسبب بعض حالات الأنيميا .

**الامتصاص والتمثيل الغذائي للعناصر المعدنية بصفة عامة :-**

تـتحول العناصر المعدنية إلى صورتها الأيونية ثم تمتص من خلال القناة الهضمية وذلـك أما بالانتشار البسيط تبعاً للتركيز أو من خلال الانتقال النشط وذلك عكس منحدر التركـيز (مـن التركـيز الأدنى إلى التركيز الأعلى) ومن العناصر التي يتم امتصاصها بالانـتقال النشط كل من الكالسيوم والفوسفور والصوديوم بينما الانتشار البسيط فالكمية الممتصة تعتمد على تركيز العنصر في الجسم وكذلك في الغذاء .

قـد تـتحد أو ترتـبط بعض العناصر الغذائية (مثل الدهن – الأوكسالات – ألفيتات) بالعنصر المعدني مما يجعله في صورة غير قابلة للامتصاص ولا يستفيد الحيوان منه . كما قد تتداخل العناصر المعدنية مع بعضها البعض بما يعيق امتصاصها . مثل الكالسيوم – الفسفور – الزنك فزيادة أحدهم عن تركيز محدد يعيق امتصاص العنصرين الآخرين . كمـا أن الصـورة التـي تتواجد بها العنصر المعدني في الغذاء سواء كانت عضوية أو معدنية تعتبر من العوامل المؤثرة في الامتصاص وكذلك أيضاً الوسط سواء كان الـ PH

منخفض أو مرتفع يعتبر من العوامل التي تؤثر في الامتصاص وإذا كان معدل الامتصاص منخفضاً فيجب مراعاة ذلك وزيادة كمية العنصر بالغذاء في صوره يمكن امتصاصها .

وعادة فالحيوانات حديثة العمر يكون معدل الامتصاص بها أعلى من الحيوانات تامة النمو .

**مدى توفر بعض العناصر المعدنية بالغذاء وأعراض النقص بصفة عامة :-**

نقص أي من الكالسيوم أو الفسفور أو فيتامين د أو عدم التوازن في للتركيزات فيما بينهم يؤدى إلى الكساح في الحيوانات الصغيرة والذي يمكن تفسيره بعدم ترسيب العناصر المعدنية بصورة طبيعية بما يؤدى إلى ضعف وتقوس العظام وتضخم المفاصل . بينما في الحيوانات تامة النمو فنقص هذه العناصر أو عدم تواجدها بتركيزات مناسبة يؤدى إلى ضعف العظام وسهولة كسرها حث يتم سحب العنصر من العظام ويجعلها مسامية وضعيفة ويسهل كسرها .

كما أن نقص الفوسفور له تأثير واضح في التناسل والنمو حيث له علاقة بالتمثيل الغذائي للطاقة والدهون وكذلك البروتين من خلال تخليق الإنزيمات ودور الأحماض النووية في ذلك (DNA-RNA) .

وبالنسبة لعنصر البوتاسيوم فهو يوجد بتركيزات عالية في المراعى وحدوث حالات نقص للعنصر أمر نادر الحدوث وذلك عند تغذية الحيوانات على علائق بها تركيزات مرتفعة من الحبوب . وتنحصر أعراض نقص البوتاسيوم في الهزال والضعف العام (الحيوان ضعيف المظهر والبنية وقلق) .

كما أن حدوث حالات نقص الماغنسيوم ليست حالات شائعة في معظم حيوانات المزرعة حيث تحتوى النباتات على كميات مناسبة من الماغنسيوم ولكن قد يوجد في صوره مرتبطة مع مركبات أخرى مما يجعله غير قابل للامتصاص .

وأعراض نقص الماغنسيوم هي عصبية الحيوان وعدم ثباته ، انقباضات وتقلصات العضلات ، إغماءه وينتهي الأمر بالنفوق في الحالات المتقدمة وتتعرض الحيوانات تامة النمو لأعراض النقص أكثر من الصغار وخاصة الحيوانات المدرة للبن (الحيوانات الحلابة) .

وتعانى الحيوانات حديثة الولادة من نقص في الحديد حيث أن المخزن بجسمها عند الولادة قليل بينما تنمو بسرعة كما أن اللبن يعتبر مصدر فقير في الحديد وكل هذا يؤدى على إصابة الحيوانات بالأنيميا والناتجة عن عدم كفاية الهيموجلوبين بالدم والذي يجعل الدم غير قادر على نقل الأكسجين إلى الأنسجة للإتمام الأكسدة الحيوية .

وقد تحدث حالات النقص في المنجنيز وهذا يؤدى إلى انزلاق الأوتار بأرجل الدواجن ويتضخم بفصل الفخذ وهذا يؤدى إلى صعوبة الحركة .

ونقـص اليود يؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية ونقص إفرازاتها وخاصة الثيروكسين وهذه الحالة تعرف بالـ Goiter .

ونقص الكوبالت يؤدى إلى نقص فيتامين ب١٢ السيانوكوبالامين حيث يدخل الكوبالت في تكوينه . وهذه الحالة تؤدى إلى بطئ النمو وضعف المظهر العام للحيوان .

وزيادة عنصر المولبيدنم والكبريت يؤدى إلى ظهور حالات نقص النحاس ويقلل من الاستفادة منه . وأهم علامات نقص النحاس هو عدم انتظام تكوين الريش والشعر والصوف كما يحدث شلل في الأرباع الخلفية .

ونقـص السيلينيم يحدث في بعض المناطق والتي تفتقر فيها التربة فى هذا العنصر وأهم علامات نقص السيلينيم هى اضمحلال العضلات كما تأخذ العضلات لوناً باهتاً وغالباً ما يحدث فى الحيوانات الصغيرة وفيها تظهر العضلات وبها ترسبات من الكالسيوم والفوسفور فنجد لونها فاتحاً (باهتاً) وتكون مؤلمة وهناك صعوبة فى الانقباض والانبساط ومما يجعل الحيوان قليلاً ما يحركها مما يجعلها تبدأ في التحلل والتهتك . وعند زيادة النقص واستمراره فيؤدى ذلك إلى زيادة معدلات النفوق .

كما أن حالات نقص الزنك تعتبر من الحالات الشائعة وتحدث عند زيادة مستويات الكالسيوم بالغذاء.وأهم أعراض نقص الزنك هي التهابات جلدية وحساسية وتقرحات بالجلد وتأخذ مظهر قشري مثل الطبقة السطحية من جلد السمك .

وبصفة عامة فأعراض النقص سوف تؤدى عاجلاً أو آجلاً إلى انخفاض معدلات النمو ، إنتاج اللبن ، إنتاج البيض ، التناسل ، فقدان الشهية ... .

وفى بعض الحالات قد تحدث أعراض نقص لأكثر من عنصر غذائي مثل نقص البروتين والطاقة – نقص الطاقة والعناصر المعدنية – نقص الطاقة والفيتامينات .

كما قد تحدث حالات تسمم عند تناول الحيوانات لماء ترتفع فيه تركيزات العناصر القلوية وقد تكون سامة وعادة لا يقبل الحيوان على هذه النوعية من الماء إذا توفر الماء الصالح للشرب . ويعتبر كلوريد الصوديوم عاملاً مؤثراً بالنسبة للدواجن حيث

يسبب التورم Odema والنفوق بينما لا يمثل عائقاً بالنسبة لباقي حيوانات المزرعة إذا توفـر المـاء الصـالح للشرب بصفة مستمرة . ويمثل الفلور خطورة حيث قد يتواجد بتركـيزات مرتفعة في الصخور الفوسفاتية آتى تستعمل كمصدر للفوسفور أحيانا وذلك عـند تقديـم للحيوانات مدد طويلة وأعراض التسمم بالفلور هي تضخم العظام الرخوة (الغضـاريف) تـآكل الأسنان بمعدل سريع – صعوبة في السير – يكون مظهر الحيوان ضعيف .

وقـد تحـدث حـالات التسمم من عنصر النحاس وذلك في الحيوانات الصغيرة عند تغذيـتها علـى المسحوق المعدني المجهز للماشية فالأغنام شديدة الحساسية للنحاس عنها بالنسبة للما رشين . والتسمم بالنحاس يؤثر على الكبد ومحطم كرات الدم الحمراء بما يؤدى إلـى ارتفـاع معـدلات النفوق بينما التسمم بالسلينيم أعراضه هي استطالة الحوافز – فقد الشعر – وصعوبة في السير .

مـا تقـدم كـان توضـيحاً للعناصر المعدنية وتقسيمها وأهم وظائفها بصفة عامة وأعـراض نقصها قد يحدث من حالات تسمم غذائي عند زيادتها . وفيما يلي سنتحدث عن كل عنصر على حدة .

**الكالسيوم: Calcium**

وهو العنصر الموجود بأعلى تركيز في العظام ويرجع ذلك إلى نشاط الخلايا المكونة للعظـام Osteoblasts فى مناطق النشاط قرب نهايات العظام وهى مناطق النمو السريع للعظـام . وفى المقابل يتم هدم أو تحلل مستمر وسحب للكالسيوم من العظام والمحصلة النهائية هي زيادة في ترسيب الكالسيوم أو سحب من مخزون الكالسيوم بالعظام والذي يـتم بوسـيلتين أما من الطبقة السطحية للعظام وذلك يرجع لنشاط الخلايا Osteoclasts وأمـا مـن الطـبقة العمـيقة فيما بين الخلايا Osteocyts ويطلق عليها Osteocytic resorption وهـذه الميكانيكـية الأخيرة يعتقد أنها الأساسية في تحرير الكالسيوم من العظام . واستمرار ترسيب وسحب الكالسيوم من العظام هو الذي يحدد في النهاية التغير في شكل العظام وكثافتها .

وتركيز الكالسيوم يحدد مدى حساسية واستثماره الألياف العصبية والعضلات فنقص تركيز الكالسيوم يؤدى إلى زيادة هذه الحساسية لكل من الألياف العصبية ما قبل وما بعد العقدة العصبية بينما زيادة تركيز الكالسيوم له تأثير عكسي فيقلل هذه الحساسية .

وقـد أتضـح أن الكالسيوم يمثل عائقاً في حركة أيونات الصوديوم والبوتاسيوم بتأثيره على التركيب سطح الخلايا (حساسية الغشاء الخلوي) .

والكالسيوم له دور في تكوين الجلطة الدموية وكذلك في انقباض وانبساط العضلات وكذلك في نشاط عضلة القلب حيث له دور في تخليق بروتين العضلات الهيكلية كما أن الكالسـيوم يـنظم مستوى تنشيط عديد من البروتينات ذات الصلة بالجهاز العصبي من خـلال إضافة ذرة فوسفور لهذه البروتينات الأساسية بالجسم Phosphorylation of a number of endogenous proteins .

**التمثيل الغذائي للكالسيوم :-**

بالنسـبة للحـيوانات النامية نلاحظ حدوث احتجاز للكالسيوم بما يزيد عن الكميات التي تفقـد سواء في الروث ، البول ، العرق . بينما في الحيوانات تامة النمو والغير منتجة للبن والغير عشار فإن كمية الكالسيوم المتناولة تتساوى مع كمية الكالسيوم التي تفقد وذلك بعد تغطية الاحتياجات للتمثيل الغذائي من هذا العنصر .

**امتصاص الكالسيوم :-**

يمـتص الكالسـيوم أساسـا من الاثنى عشر وكذلك من الجزء الأوسط من الأمعاء الدقـيقة وذلـك من خلال الانتشار البسيط وكذلك الانتقال النشط وذلك من خلال فيتامين ب ودوره في تخليق بروتين يرتبط بالكالسيوم .

وقـد لوحـظ أن سـكر اللاكتوز وكذلك الحامض الأميني الليسين وبعض الأحماض الأمينـية الأخرى لهم دور فى امتصاص الكالسيوم وعلى النقيض فإن حمض الفيتيك وكذلك الاوكسـاليك يثبطان امتصاص الكالسيوم وذلك بتكوين مركب معقد غير قابل للذوبان . كما لوحظ أن ارتفاع رقم أل PH لمحتويات الأمعاء وكذلك زيادة مستوى دهن الغذاء الذي يتحد مـع الكالسيوم ويتكون ملح الأحماض الدهنية الغير قابلة للامتصاص وكذلك زيادة مستوى الألياف في الغذاء يؤثروا في امتصاص الكالسيوم .

**إخراج الكالسيوم :-**

يـتخلص الجسـم مـن الكالسيوم الزائد ويخرجه من خلال الروث والبول والعرق . والكالسـيوم الـذي يخرج في الروث عبارة عن الكالسيوم الغير ممتص وكذلك الجزء الذي مصـدره أنسجة الجسم والذي يمثل ٢٠-٣٠% من الكالسيوم بالروث . ومعدل الامتصاص الطبيعـي لكالسـيوم الغـذاء حوالي ٥٠% وهذه النسبة تقل بزيادة كالسيوم الغذاء . بينما

الكالســـيوم الــذي يخرج في البول فهو أقل من ذلك الذي يخرج في الروث . كما أن زيادة بروتيـــن الغــذاء أكـــثر من الاحتياجات الميتابوليزمية يؤدى إلى زيادة واضحة في إخراج الكالسيوم بالبول .

فقــد الكالســـيوم في العرق له أهمية محدودة وهو حوالي ١جم/يوم للحيوانات تامة النمو والتي تؤدى مجهود عضلي في ظروف الإجهاد الحراري .

**أعراض نقص الكالسيوم:-**

١- الكساح Rickets في الحيوانات الصغيرة النامية .

٢- لين وضعف العظام وسهولة كسرها في الحيوانات تامة النمو Osteomalacia .

٣- فشل في ترسيب الكالسيوم في نسيج الغضروفي Cartilage matrix .

٤- نمو وتطور العظام يكون بصورة غير طبيعية وكلما كان معدل النمو سريعاً كان هذا التأثير واضحاً .

٥- العرج وسهولة كسر العظام ويحدث ذلك في الحيوانات تامة النمو وتلك التي تعانى من زيادة إفراز هرمون الغدة جارات الدرقية Hyper parathyrodism .

٦- يـــتأثر نمـــو الجنين في حالة العشار وكذلك إنتاج اللبن ما لم يتم توفير الكالسيوم بكمية مناسبة وبصورة قابلة للامتصاص .

٧- قلة النشاط العضلي والحركي تزيد من فقد الكالسيوم في البول والروث .

٨- إصابة الحيوانات عالية الإدرار في الأيام الأولى بعد الولادة بحمى اللبن حيث يوجد سحب شديد للكالسيوم من مخازنه بالعظام ولكن ميكانيكية هذه التحرير للكالسيوم لا تتناســـب مـــع الطلـــب والاحتياج له لإنتاج اللبن وهذا يرجع إلى عدم كفاءة النظام الهرموني سواء من الغدة جارات الدرقية Parathyroid gland وكذلك الغدة الدرقية Thyriod gland فـــي إفراز كل من Parathyroid hormone , Thyrocalcitonine فـــي تـــوازن مستوى الكالسيوم بالدم بين الاحتياجات له للإنتاج المرتفع من اللبن وبين المخزون منه بالجهاز الهيكلي وتوفر فيتامين د له دور أساسي في ذلك .

٩- عـــند تعـــرض الأبقـــار الحلابة على لتقلصات وارتعاشات عضلية ناتجة عن نقص الكالســـيوم فإنهـــا تســـتجيب للحقن في الوريد بمحلول كلوريد الكالسيوم ، لاكتات الكالسيوم أو أي ملح من أملاح الكالسيوم لرفع مستوى الكالسيوم بالدم لأكثر من ٥ -٦ملجم /١٠٠مل وهو التركيز الذي دونه تحدث تلك التقلصات والارتعاشات .

١٠- نقـــص الكالســـيوم يـــؤدى إلـــى إطالة الفترة الزمنية التي يتجلط فيها الدم لوقف النزيف.

**حدوث حالات تسمم نتيجة لزيادة الكالسيوم المتناول وارتفاع مستواه بالدم :-**

فعند حدوث تلك الحالات فيتم تنبيه هرمون Thyrocalcitonine والذي له تأثير مثبط علـى مستوى الكالسـيوم بالدم حيث يعمل على ترسيبه بالعظام وتقليل امتصاصه من الأمعاء وذلك من خلال تأثيره على تراكم الصورة النشطة والفعالة من V.D $(1.25\ (OH)_2D_3)$ وذلـك بالأنابيب الدقيقة بالكلية Kidney tubules هذا وقد تحدث زيادة في سمك الطبقة السـطحية للعظـام وهـو مـا يطلق عليه Osteopetrosis وقد تحدث أورام في الخلايا المفـرزة لهرمون Thyrocalcitonine وذلك في طلائق حيوانات اللبن التي تتغذى على علائـق حـيوانات اللبـن والتي يراعى احتوائها على كميات من الكالسيوم تتناسب مع احتياجاتها لإنتاج اللبن .

واسـتمرار تـناول الكالسـيوم بكمـيات زائـدة يؤدى إلى تقلص الأنسجة الرخوة (الغضاريف) ونلاحظ حالات التقلص هذه عند نقص الماغنسيوم والذي يؤدى إلى ضعف وتهتك الخلايا بالأنسجة الرخوة .

وقـد تـتكون أيضـاً حصوات بالجهاز البولي ناتجة عن ترسيب يوريات الكالسيوم Calcium urate وهذه الحالات تحدث عند عدم توازن العناصر المعدنية بالغذاء .

والاحتـياجات من الكالسيوم تتوقف على نوع الحيوان ، الحالة الفسيولوجية ، مستوى الإنتاج سواء من اللبن في حيوانات اللبن أو من البيض بالنسبة للدجاج البياض حيث يحتاج حوالـي ٣,٣جم كالسيوم/يوم عند المستوى الأعلى من إنتاج البيض . وبالنسبة للمجترات فـزيادة الفوسـفور عـن النسـبة التي يسمح بها وتوازنه مع الكالسيوم يؤدى إلى حدوث حصوات بالجهاز البولي .

كمـا أن زيـادة الكالسـيوم فـي الغذاء يؤدى إلى ظهور أعراض نقص الزنك وحدوث الالـتهابات والتقرحات بالجلد Parakeratosis . ومما هو معلوم أن زيادة الكالسيوم بالغذاء يعيق الاستفادة من الماغنسيوم ، الحديد ، المنجنيز ، النحاس .

**الفوسفور :- Phosphorus**

يمـثل الفسـفور ١,١% من وزن الجسم الخالي من الدهن ، وتبلغ نسبة الفسفور المـتواجد بالجهاز الهيكلي ٨٠% من الفسفور الموجود بالجسم . كما يمثل الفسفور ١٨% مـن وزن العظام . وتزيد نسبة الفسفور بالجسم مع تقدمه في العمر وحتى النضج . ويوجد الفوسـفور بالجسم في صورة عضوية وصورة غير عضوية . وتركيز الفوسفور في سيرم

الـــدم فـــي الظـــروف العاديـــة وفى معظم أنواع الحيوانات من ٦-٩ملجم/١٠٠مل سيرم . والفسفور الموجود بالجسم في حالة ديناميكية مستمرة .

**أهمية الفسفور بالجسم :-**

١- مكون للجهاز الهيكلي .

٢- مكـــون للفوسفولبيدات والتي لها دور هام فى انتقال الدهون وامتصاصها وتمثيلها غذائياً .

٣- مكون للأغشية الخلوية وهذا معناه أن الفسفور موجود بكل خلية في الجسم .

٤- الفوســـفور يـــتدخل فـــي ميتابولـــيزم الطاقة كمكون فى AMP,ADP,ATP وكذلك للسكرباتين فوسفات وهى مركبات غنية بالطاقة .

٥- يدخـــل الفســـفور فى تكوين الأحماض النووية RNA,DNA حيث يتكونوا من سكر خماسى ، قاعدة آزوتية ، حمض فوسفوريك .

٦- يدخل الفسفور فى تكوين عديد من الانزيمات ومرافقات الانزيمات مثل Carboxy lases, Flavoproteins ,AND,NADP .

**التمثيل الغذائي للفسفور :- Metabolism**

يـــتم امتصـــاص الفوسفور من جدار القناة الهضمية بواسطة الانتقال النشط وكذلك الانتشـــار البســـيط ويســـاعد فى امتصاصه فيتامين ب . وتحوى بذور المحاصيل كمية مناســـبة مـــن الفوســـفور ولكن كثير منها فى صورة مرتبطة مع حمض الفيتيك وكذلك الاوكساليك مما يقلل من إمكانية امتصاص الفوسفور فقد تصل نسبة امكانية الامتصاص واستفادة الحيوان منها Bioavailability إلى ٢٠-٦٠% .

ويخرج الفوسفور فى الروث وهو يمثل الفوسفور الغير ممتص بالإضافة الفوسفور والـــذى مصـــدره أنسجة جسم الحيوان ولكن هذه النسبة تكون محدودة وليست كما هو الحال بالنسبة للكالسيوم . كما يخرج الفوسفور أيضاً فى البول بعد ترشيحه من الأنابيب البولـــية بالكلـــية حيـــث لهرمون الغدد جارات الدرقية Para thyroid hormone وكذلك فيتاميـــن الـــ 1.25 dihydroxy colecalciferol دور فى إعادة امتصاص الفوسفور من الأنابيب البولية فى الكلية ويتحكمان وينظمان ثبات مستوى تركيز الفوسفور بالدم .

**أعراض نقص الفوسفور :-**

١- يسبب حالات الكساح فى الحيوانات الصغيرة .

٢- نقص إخراج الفوسفور فى البول وانخفاض تركيزه فى السيرم .

٣- زيادة إخراج الكالسيوم كدلالة على اضطراب ترسيب الكالسيوم بالعظام .

٤- زيادة فقدان الشهية .

٥- بطئ النمو .

٦- ضعف الخصوبة .

٧- زيادة تركيز الكالسيوم بالسيرم .

**عند زيادة تركيز الفوسفور بالغذاء تحدث حالات تسمم وأعراضها :-**

١- يصـــاب الحـــيوان بالعرج وعدم انتظامه فى السير وكذلك سهولة حدوث شرخ فى العظام .

٢- صعوبة فى حركة عظام الضلوع مما يعيق حركة التنفس للشهيق والزفير .

٣- زيادة الفوسفور بالغذاء يقلل امتصاص الكالسيوم وكذلك يخفض تركيزه بالدم ويقلل من احتجازه بالجسم .

٤- زيـــادة تركيز الفوسفور بالغذاء عن ضعف تركيز الكالسيوم ٢ :١ يؤدى إلى تليف وضمور الخلايا العظمية فى الحيوانات النامية والتامة النمو .

واللحوم الحمراء وكذلك الحبوب النجيلية ومنتجاتها الثانوية تحوى تركيزات مرتفعة مـــن الفوســـفور قـــد تـــبلغ ضعف تركيز الكالسيوم بها وذلك مثل نخالة القمح (الردة) والفوسفور بصفة عامة له تأثير ملين وبالتالي فزيادته بالغذاء يؤدى إلى حالات إسهال.

**الماغنسيوم:- Magnesium**

وينتشـــر الماغنسيوم فى أجزاء الجسم المختلفة ويتواجد نصفه تقريباً بالعظام فهو يمثل ٠,٥-٠,٧% من رماد العظام . والماغنسيوم المتواجد فى الأنسجة الرخوة يتركز بيـــن الخلايا وبعضها كما يوجد الماغنسيوم بتركيزات مرتفعة بالكبد والعضلات الهيكلية والماغنســـيوم الموجود بالدم تتركز ٧٥% منه بالكرات الدموية الحمراء فتركيزه بالدم حوالـــي ٦ملجم/لتر والجزء المتبقى ٢٥% يتواجد بالسيرم ١,١-٢,٠ملجم/لتر وحوالى ٣٥% من الماغنسيوم بالسيرم يكون مرتبطاً مع البروتين .

**أهمية الماغنسيوم فى جسم الحيوان :-**

١- ضرورى للتكوين الطبيعى للعظام .

٢- ضرورى فى عمليات الأكسدة بإضافة ذرات الفوسفور Oxidative Phosphorelation فى ميتوكوندريا خلايا عضلة القلب والأنسجة الأخرى .

٣- الماغنسيوم ضرورى لتنشيط عديد من الإنزيمات والتى تؤدى إلى فصل أو نقل الفوسفور وكذلك التفاعلات التى يشارك فيها الـATP وهذا الأخير يتدخل فى عديد من التفاعلات الحيوية فالماغنسيوم يعمل كمرافق لعديد من الإنزيمات مثل الـ Peptidases , Decarboxylases , Phosphatases .

**التمثيل الغذائى لعنصر الماغنسيوم :- Metabolism**

يمتص الماغنسيوم من الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة Ilium وهو يمتص سواء بالانتشار البسيط أو الانتقال النشط مثل الكالسيوم .

عند حدوث نقص فى الكالسيوم وزيادة نشاط الغدد جارات الدرقية فيصاحب ذلك زيادة إخراج الماغنسيوم فى البول بما يؤدى إلى نقص تركيزه بالسيرم وهناك أدلة على تأثير الماغنسيوم على نشاط الغدد جارات الدرقية .

ويمتص ماغنسيوم الغذاء بنسبة ٥٥-٦٠% ويخرج من خلال الروث والبول والماغنسيوم الممتص بعد أداءه لوظائفه فإن ٩٥% منه المخرج منه يكون من خلال البول .

**أعراض نقص الماغنسيوم :- Signs of deficiency**

١- فقدان الشهية وهذا يتبعه نقص فى وزن الحيوان وانخفاض مستوى الماغنسيوم بالسيرم .

٢- ازدياد نقص الماغنسيوم يصاحبه تثبيط لنشاط عديد من الإنزيمات وخاصة إنزيمات الكبد Alkaline phosphatase, muscle enolase, pyruvate phosphokinase .

٣- ظهور أعراض زيادة الكالسيوم حيث لا تتم عمليات ترسيب الكالسيوم بالعظام كما يجب .

٤- كرات الدم البيضاء يزداد عددها .

٥- لين والتواء العظام .

٦- شدة الحساسية (عدم التوازن العصبى - القلق - شدة الأثر لأي منبه) .

٧- عـدم القدرة على الوقوف – تشنجات عضلية – نفوق الحيوان . وأعراض النقص هذه تزداد حدة بزيادة الكالسيوم والفوسفور بالغذاء .

٨- نقـص محـتوى الماغنسـيوم فى العظام ونقص محتوى الأنسجة من البوتاسيوم وزيادة الصوديوم والكالسيوم بالأنسجة .

٩- زيـادة تركـيز الامونـيا يعـيق امتصاص الماغنسيوم وذلك بتكوين مركب معقد (ماغنسـيوم-ألمونـيوم-فوسفات) وذلك فى الظروف التى يرتفع فيها الـPH أى يتجه الوسط جهة التأثير القلوى .

١٠- عـند تـناول الماشـية للمـرعى الحديث بكميات كبيرة فقد تعانى من ارتعاشات وتقلصـات عضـلة نتـيجة لـنقص عنصـر الماغنسـيوم وهـذه الحالة يطلق عليها Magnesium tetany (Grass tetany) .

١١- حمـض الفيتيك يقلل امتصاص الماغنسيوم كما أن الأغنام التى تتغذى على عليقه مرتفعة فى محتواها من البوتاسيوم تؤدى إلى زيادة فقد الماغنسيوم فى الروث والبول .

١٢- زيادة تركيز حمض الستريك بالدم يؤدى إلى ظهور حالات Magnesium tetany .

١٣- انخفـاض تركيز الماغنسيوم عن الحد الأدنى يزيد من الحساسية للإصابة بتصلب الشرايين عند زيادة تركيز الكوليسترول بالغذاء وهذا يشير إلى علاقة الماغنسيوم بتمثيل الكوليسترول وعدم ترسيبه على جدر الأوعية الدموية .

**زيادة الماغنسيوم المتناول يؤدى إلى حدوث حالات تسمم أعراضها :-**

١- فقدان الشهية .

٢- الإسهال .

٣- ضعف رد الفعل العصبي .

٤- تنشيط نشاط الجهاز التنفسي والقلب .

٥- شـلل فـى العضلات الطرفية Peripheral muscle paralysis . فالماغنسيوم عند زيـادة تركيزا ته يقلل من انطلاق وتحلل الاسيتيل كولين من العقد العصبية للجهاز العصبى السمبثاوى عند مناطق اتصال العضلات بالألياف العصبية .

٦- زيادة الماغنسيوم المتناول يؤدى إلى انخفاض فى ضغط الدم بما يؤثر على ضربات القلب وقد يؤدى إلى توقف القلب .

**البوتاسيوم – الصوديوم – الكلور :-**

نظـــراً للترابط الشديد بينهم واشتراكهم أساسا فى حفظ الضغط الاسموزى والاتزان للأحمـــاض والقلويـــات وكذلك الشحنات فسيتم توضيح أهميتهم معاً بقدر الإمكان . ويتواجد البوتاسيوم أساساً داخل الخلايا وذلك يمثل ٩٠% من البوتاسيوم بالجسم .

بينما يتواجد الصوديوم أساساً خارج الخلايا وحوالي ١٠% تتواجد داخل الخلايا .

ويعمـــل كـــل مـــن الكلـــور وكذلك البيكربونات على توازن الشحنات مع الصوديوم الموجود فى السوائل خارج الخلايا .

**أهمية كل من البوتاسيوم – الصوديوم – الكلور :-**

بالإضـــافة إلـــى أهميتهم فى تنظيم الضغط الاسموزى ، الاتزان للأحماض والقلويات بالجســم فـــإن البوتاســـيوم ضـــرورى لـــتفاعلات إنزيمـــية مسئولة عن فسفره الكرياتين Phosphorylation of creatine وكذلـــك نشاط أنزيم Pyruvate kinase والبوتاسيوم يسهل دخـــول الأحمـــاض الأمينية المتعادلة لداخل الخلايا وكذلك الجلوكوز فالبوتاسيوم له دور فى التمثيل الغذائي للكربوهيدرات وكذلك التخليق للبروتينات وكذلك للنشاط الطبيعى لعضلة القلب والكلية .

كما يتدخل كل من الصوديوم والبوتاسيوم فى نقل الإشارات العصبية . Nerve impulse transmission

أمـــا بالنسبة للكلور فهو الأيون السالب الرئيسي فى العصارة المعدية كما أنه يتحد مع أيونات الأيدروجين لتكوين حامض الايدروكلوريك بالمعدة .

**التمثيل الغذائي للبوتاسيوم – الصوديوم – الكلور :-**

يتم الامتصاص أساسا من الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة وبكميات قليلة من نهاية الأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة وذلك من خلال الانتشار البسيط وكذلك الانتقال النشط .

ومـــن الـــنادر حـــدوث حالات تسمم لزيادة تركيزات هذه العناصر ما دامت المياه الصالحة للشرب متوفرة حيث عدم توفر المياه يقلل كمية البول المخرجة .

كمـــا يتم التخلص من هذه العناصر عن طريق القناة الهضمية مع الروث وكذلك عن طـــريق الترشـــيح مـــن خلال الأنابيب البولية بالكلية . وتتحكم الهرمونات وخاصة كل من Aldosterone , ADH (الالدوستيرون وكذلك الهرمون المسئول عن احتفاظ الجسم بسوائله) فى تركيز هذه العناصر الثلاث فى البلازما وبالتالي فى سوائل الجسم .

المتناول من البوتاسيوم عادة ما يزيد عدة مرات عن الاحتياجات الميتابوليزمية من البوتاسيوم وحالات التسمم لا تحدث عادة وذلك لقدرة الأنابيب البولية بالكلية على التخلص من هذه الزيادة . كما يعمل كل من ADH , Aldosterone على المحافظة لتواجد كل من Na:k بنسب ثابتة . كما يحتفظ الجسم بنسبة الكلور فى السوائل خارج الخلايا من خلال توازنه مع الصوديوم وكذلك تركيز أيون البيكربونات والتى زيادته تؤدى إلى زيادة إخراج أيون الكلور من خلال الكلية . كما توجد علاقة توازن أيضاً بين البوتاسيوم والكلور فإعادة امتصاص البوتاسيوم من الأنابيب البولية بالكلية يلزمها توفر الكلور .

**أعراض نقص البوتاسيوم:-**

١- عدم انتظام ضربات القلب .

٢- تقرحات بالكلية .

٣- بطئ النمو .

٤- عدم انتظام قوائم الحيوان عند السير .

٥- ضعف عام للعضلات .

٦- الإسهال . وهو مرتبط بفقد الاليكترولثيات بالجسم .

ومن الملاحظ أن نقص الماغنسيوم يؤدى إلى فشل فى احتجاز البوتاسيوم بالجسم مما يؤدى إلى حدوث حالات نقص البوتاسيوم .

**أعراض نقص الصوديوم:-**

١- انخفاض معدلات النمو وكذلك الاستفادة من الغذاء .

٢- انخفاض إنتاج اللبن .

٣- فقدان الشهية .

**أعراض نقص الكلور:-**

١- انخفاض معدل النمو .

٢- انخفاض تركيز الكلور فى كل من الجلد ، العضلات ، الكبد ، الكلية ، المخ ، الأحشاء وكذلك جميع أجزاء الذبيحة .

٣- تقرحات بالكلية .

**أعراض حدوث حالات التسمم لزيادة المتناول من هذه العناصر:-**

من النادر حدوث حالات تسمم لكل من البوتاسيوم ، الصوديوم ، الكلور حيث أن اخراج كل منهم يتم تنظيم من خلال الكلية وهذا ما لم يحدث نقص فى كمية الماء الصالحة للشرب أو زيادة ملوحة ماء الشرب أو خلل فى وظائف الكلية .

كمـــا أن الـــزيادة المزمنة للبوتاسيوم يؤدى إلى زيادة حجم قشرة الغدة فوق الكلية وكذلك نقص امتصاص الماغنسيوم وزيادة إفراز هرمون الانسولين والذى له دور فى حدوث حالات نقص الماغنسيوم Magnesium tetany , grass tetany .

كمـــا أن الزيادة المزمنة لعنصر الصوديوم يؤدى إلى زيادة الضغط الاسموزى وهذا يكون مرتبطاً بامراض الأوعية الدموية وكذلك زيادة حجم السوائل بين الخلايا مما يؤدى إلى التورم وينتهى بفشل القلب وتضخمه مما يؤدى إلى ضعف وشلل عام .

**الكبريت :- Sulfur**

عـــادة مـــا يحـــتاجه الجســـم كأحد مكونات المواد العضوية الضرورية بالجسم مثل الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت (الميثيونين- السستين - السستنين) فيتامين ب١ (الثيامين) وكذلك البيوتين وهو أحد أفراد مجموعة فيتامين ب مركب - كما يوجد فى بعض مركبات الـــ Mucopolysaccharides (عبارة عن كربوهيدرات وبروتين) كما يوجد الكبريت فى مركب Chondroitin sulfate وهو النسيج الأساسي للغضاريف .

كمـــا يدخـــل الكبريـــت فى تكوين الهيباريسن وكذلك الجلوتاثيون ومرافق إنزيم أ Coenzym A(SH) . والاحمـــاض الأمينـــية المحتوية على الكبريت تدخل فى تكوين غالبية البروتيـــنات وتمـــثل مـــن ٠,٦-٠,٨% من البروتينات . والكبريت يتواجد فى جميع خلايا الجسم ويمثل حوالى ٠,١٥% من وزن الجسم .

**أهمية ووظائف الكبريت :-**

بالإضـــافة إلـــى مـــا سبق فإنه يتواجد بالصوف والشعر والريش وكذلك فى الطبقة الداخلـــية المبطـــنة للقونصـــة بالجهـــاز الهضمى للدواجن . أما الصورة الغير عضوية من الكبريت فله دور فى اتزان الأحماض والقلويات فى السوائل داخل الخلايا وخارجها .

وللكبريت دور فى ميتابوليزم الدهون كمكون لمرافق إنزيم أ (COA) وكذلك كمكون لفيتامين ب١ . وله دور فى ميتابوليزم الطاقة كمكون للمركبات الكربوهيدراتية المرتبطة مع البروتيـــنات Mucopolysaccharides وكذلـــك الكولاجيـــن والأنسجة الضامة كما يتدخل فى تكوين الجلطة .

**التمثيل الغذائي للكبريت :- Metabolism**

امتصاصه عبر جرار القناة الهضمية من خلال الانتقال النشط من الجزء العلوي من الأمعــاء . كــل من الكبريت العضوي والغير عضوى يستخدم فى تكوين الغضاريف وكذلك Mucopoly saccharides . وامتصاص الكبريت يتم بنسبة قليلة .

ويخرج الكبريت الغير عضوى من خلال البول وكذلك الروث . كما تحتوى العصارة الصــفراوية على الكبريت فى صورة حامض Taurocholic acid ومن خلالها يدخل الكبريت ومصدره الأنسجة إلى الجهاز الهضمى .

وتوجــد علاقة بين الكبريت المخرج فى البول وكذلك النيتروجين المخرج فى البول حيــث كلاهمــا يرتــبط أساساً بالتمثيل الغذائي للبروتينات والمواد الآزوتية بصفة عامة . فــالعلائق المحــتوية علــى نســبة عالــية مــن البروتين تؤدى إلى زيادة إخراج الكبريت والنيتروجين فى البول . كما أن تخليق البروتين الميكروبي فى الكرش يعتمد على مدى توفر كل من النيتروجين والكبريت .

الصــوف يحــتوى علــى نســبة عالــية من الأحماض الأمينية الكبريتية وبالتالي فالحــيوانات المنــتجة للصــوف تحتاج نسبة مرتفعة من الكبريت : الأزوت أكثر من باقي الحيوانات وكذلك الحال بالنسبة لإنتاج الريش .

**أعراض نقص الكبريت :- Deficiency signs**

عند اعتماد الحيوانات المجترة فى غذائها على المواد الآزوتية غير الروتينية NPN فيجب إضافة الكبريت حيث يحصل الحيوان أساساً على احتياجاته للكبريت من بروتين الغذاء . فــنقص الكبريــت يــؤدى إلى بطئ النمو بصفة عامة وبطئ نمو الصوف بصفة خاصة . وأعراض نقص الكبريت هى بالتالي أعراض نقص البروتين .

ومن النادر حدوث حالات تسمم من زيادة كمية الكبريت بالغذاء وذلك لأن امتصاصه أساســاً مــن القناة الهضمية محدود . ورغم ذلك فزيادته تؤدى إلى فقدان الشهية – بطئ الــنمو ولكــن هذه الأعراض تلاحظ عند زيادة البروتينات بصفة عامة فى الغذاء . وعموماً التسمم عن طريق زيادة الكبريت بالغذاء يعتمد على الصورة التى يتواجد بها فى الغذاء .

كما يعتبر الكبريت الغير عضوى كواحد من أقل العناصر المعدنية التى تسبب التسمم . هذا وإن كان غاز كبرتيد الأيدروجين ($H_2S$) ينافس السيانيد فى إحداثه للتسمم .

## العناصر المعدنية الصغرى Micro-(Trace) Elements

العناصـــر المعدنية التالية وجد أن أنواع الحيوانات المختلفة تحتاجها بكميات ضئيلة ســـواء في غذائها أو في ماء الشرب أو في صورة مكعبات أو قوالب للأملاح المعدنية يلعق منها الحيوان متى احتاج إليها وهذه العناصر ضرورية للحياة الطبيعية للحيوان وهي :-

١-الحديـــد ٢-النحاس ٣-المنجنيز ٤-الموليبدنم ٥-اليود ٦-الكوبلت
٧-الزنك ٨-السلينيم ٩-السيليكون .

وهناك من يضيف إليها :-

١٠-الفلور ١١-الكروم ١٢-البورن ١٣-الزرنيخ ١٤-القصدير
١٥-النيكل ١٦-الفانديم ١٧-الكاديم ١٨-الألومنيوم

والعناصـــر المعدنية الصغرى (النادرة ) تؤدى دورها كمنشط لعديد من الإنزيمات أو كمكون لبعض الإنزيمات أو بعض المركبات العضوية وفيما يلي سنتناول كل عنصر من حيث تواجده بالأنسجة -وظائفه -التمثيل الغذائي للعنصر -أعراض النقص -أعراض التسمم منه عند تناوله الجرعات زائدة .

## الحديد (Fe) I RON

يـــتواجد ٦٠-٧٠% من الحديد بالجسم في الهيموجلوبين والميوجلوبين كما يخزن ٢٠% مـــنه فـــي صورة مخزون قابل للاستخدام قي الكبد والطحال وبعض الأنسجة الأخرى والجـــزء المتبقي ويمثل ١٠-٢٠% فهو مخزن في صورة غير قابلة للاستخدام حيث يوجد فـــي ميوســـين والأكتوميوســـين للعضـــلات وكذلـــك بداخـــل تكوين بعض الإنزيمات مثل الســـيتوكرومات ،الكتالـــيز ،البيروكسيدات ، الزانثين أوكسيديز، سكسنيك ديهيدروجينيز ، Cytochrome reductase .

والحديـــد في بلازما الدم يكون في صورة حديديك ($Ferric(Fe^{+++})$ مع بروتين خاص هو Transferrin وهو عبارة عن بيتا جلوبيولين .

ويعتـــبر البروتين Ferritin وما يحويه من حديد هو الصورة القابلة للاستخدام من الحديد المخزن بينما يعتبر بروتين Hemosiderine الصورة الغير قابلة للاستخدام من الحديد المخزن بالجسم .

**الامتصاص: Absorption**

يمـــتص الحديد في صورة حديدوز من منطقة الاثنى عشر ومعدل امتصاصه محدود ٥-١٠% من الحديد بالغذاء حيث أن الجسم يعيد الاستفادة من الحديد بالجسم فالاحتياج له لكـــى يمـــتص حديـــد جديد قدر محدود . والظروف الحامضية (PH) المنخفضة يساعد فى الامتصاص وكذلك تساعد بعض الأحماض الأمينية مثل الفالين ، الهيستدين ، وكذلك حامض الاســكوربيك (فيتاميـــن ج V.C) وكذلك حمض اللاكتيك والبيروفيك والستريك وكذلك بعض أنواع السكر مثل الفركتوز ، السوربيتول ، وذلك يمكن تفسيره بتكوين تلك المواد مع حديد مركـــبات تســـاعد علـــى احـــتجاز الحديد وعدم فقده . كما يساعد انزيم الزانثين أوكسيديز xanthine oxidase بالطـــبقة المخاطـــية المبطـــنة للأمعـــاء فـــى ارتـــباط الحديد ببروتين thransferrin وانتقاله إلى مجرى الدم وهذا يلزم أن يتأكسد الحديدوز إلى حديديك .

وهـــذا المـــرور خـــلال الـــدم يكـــون بارتـــباط الحديد مع بروتين $Fe^{+++} \leftarrow Fe^{++}$ السريولوبلازمين Cerruloplasmin . وأقصى امتصاص للحديد يكون عند PH ٢,٥-٣,٥ . كمـــا أن الامتصاص يكون بنسبة مرتفعة بالنسبة للحيوانات التى تعانى من نقص شديد فى الحديد عن تلك الحيوانات التى تحوى قدر مناسب من الحديد فى دمائها .

والفوســـفور الغـــير عضوى وكذلك حمض الفيتيك يقللان من امتصاص الحديد من خـــلال تكـــون مركـــب غير ذائب وكذلك أيضاً كل من الزنك ، منجنيز ، النحاس ، الكادميوم يقللـــوا من امتصاص الحديد ومن المعتقد أن ذلك بسبب تنافسهم مع الحديد فى الارتباط مع بروتين Transferrin بمخاطية الأمعاء وهناك دلائل تشير إلى أن الطبقة الطلائية أيضاً بجدر الأمعاء تساعد فى عملية امتصاص الحديد . والعامل المحدد أساساً فى امتصاص الحديد هو تركيزه بالدم والعلاقة عكسية فبزيادة الحديد بالدم يقل الامتصاص والعكس صحيح . فالحقن بأى مصدر للحديد داخل الجسم يقلل من امتصاص الحديد من الأمعاء .

**إخراج الحديد Excretion**

يحـــتفظ الجسم ويعيد استخدام الحديد الموجود بجسمه والناتج من تكسر كرات الدم الحمـــراء والهيموجلوبيـــن الموجود ويعاد بناء هيموجلوبين جديد . فالحديد الذى يخرج فى الـــروث مصـــدره أساساً الغذاء "الحديد غير ممتص" بينما هناك جزء ضئيل جداً ٠,٣-٠,٥ ملجـــم حديـــد /اكجـــم وزن الجسم هو الذى يفقد من الجسم من خلال العصارة الصفراوية

والخلايـــا المتآكلة والمتسلخة من جدر القناة الهضمية . وعند الحقن بالحديد فإذا كانت تلك الجـــرعة اكثر من قدرة بروتينات الدم على الارتباط به فيخرج من خلال البول وكذلك هناك جزء ضئيل من الحديد يفقد من خلال العرق .

انـــتقال الحديد عبر المشيمة أو الغدة البنية Placental and Mammary Transfer

هناك اختلافات واضحة بين أنواع الحيوانات المختلفة فى مدى كفاءة انتقال الحديد من خلال المشـــيمة إلـــى جسم الجنين . ويتم ذلك عموماً من خلال الانتقال النشط فتركيزه فى الدورة الدمويـــة للجنيـــن أعلى من تركيزه بدم الأم . وبروتين الـــTransferrin لا يمر عبر جدار المشـــيمة ويعـــوض ذلـــك أن ينفصـــل الحديد من البروتين عند المشيمة ويعاد امتصاصه وارتباطه بالـــTransferrin الخاص بالجنين من الجانب الآخر للمشيمة "جانب الجنين" ومع استمرار مدة الحمل يزداد تخزين الحديد بجسم الجنين .

ويعتبر اللبن مصدر فقير فى الحديد ومهما كان غذاء الحيوانات الحلابة محتوياً على الحديد أو حقن تلك الحيوانات بالحديد بأى وسيلة فلا يرتفع تركيز الحديد باللبن والذى يعتبر محدوداً .

تخزين الحديد وإعادة استخدامه Storage and Mobilization : يخزن الحديد داخل خلايـــا الكـــبد ، الطحـــال ، نخـــاع العظـــام وبعض الأنسجة الأخرى فى صوره Ferritin , Hemosiderin بنسب متساوية تقريباً .

وتحـــول الحديد من بروتين الـــTransferrine ⟵ Ferritin فهذا يحتاج على طاقـــة (ATP) وفيه يتم تحول الحديد من $Fe^{+++}$ ⟵ $Fe^{++}$ كما أن تحرير ذلك الحديد المخزن بالكـــبد إلـــى مجـــرى الدم ثانياً فيتحكم فى ذلك انزيم Xanthine Oxidase والانزيمات التى تحوى الحديد فى تكوينها هي :-

Cytochrome oxidase – Cytochromlc – Other Cytochromesperoxidase – Catalase – Aldehyde Oxidase .

Lactic dehydrogenase – α glycerophosphate dehydrogenase – Choline dehydrogenase – Aldehyde dehydrogenase – Xanthine oxidase .

وبجانب تلك بروتينات تحوى الحديد وهى :-

ويحوى أكثر من ١٠% من الحديد بالجسم Hemoglobin

ويحوى ١٠% من الحديد بالجسم Myoglobin

Transferring – Ovotransferrin – Lactotransferrin – Ferritin .

**أعراض نقص الحديد Deficiency signs**

١- انيميا وتتميز بصغر حجم كرات الدم الحمراء وانخفاض تركيز الهيموجلوبين عن المستوى الطبيعى . وحدوث حالات الانيميا فى الحيوانات حديثة الولادة ظاهرة شائعة لعدم كفاءة انتقال الحديد عبر المشيمة وكذلك الغدة اللبنية .

٢- ضعف عام .

٣- نقص انزيمات الكبد وخاصة الـCatalase .

**أعراض التسمم من تناول تركيزات مرتفعة من الحديد Toxicity**

وقد تحدث تلك الحالة بعد نقل دم مرات عديدة أو تناول جرعات من الحديد لمدد طويلة .

ومن أعراض التسمم بالحديد المزمن حدوث أسهال – بطئ النمو – نقص الكفاءة التحويلية للغذاء – حدوث أعراض نقص الفوسفور .

بينما فى حالات التسمم الحاد بالحديد يؤدى إلى ضيق الأوعية الدموية – انكماش فى العضلات – زيادة الحموضة بالدم – النفوق .

وفى حالات الخلل الوراثى والتى تسبب انيميا فنلاحظ تجمع الحديد فى الخلايا البرانشيمة للكبد ولكن فى حالات زيادة الحديد المتناول فيتجمع فى الخلايا الطلائية الشبكية المبطنة لجدر الأوعية الدموية .

تميل تركيزات الهيموجلوبين للارتفاع بينما معدل النمو لا يتأثر . ومع هذا فبعض صور الحديد العضوى مثل حديديك سترات الامونيوم قد يؤدى إلى نفوق الحيوانات حديثة الولادة عند تناولها ٣٠ملجم من الحديد فى هذه الصورة .

ويمكن تقليل سمية الحديد بتوفر النحاس ، الفوسفور ، V.E بالبرغم من أن الحامض الأمينى Valine ، Histidine وكذلك حمض الاسكوربيك V.C الكربوهيدرات البسيطة وبعض الأحماض العضوية مثل اللاكتيك – البيروفيك – الستريك فأنهم يزيدوا من امتصاص الحديد من الأمعاء . حيث يتحدوا مع أيونات الحديد ويحولوها إلى مركبات سائلة أثناء انتقالها إلى نهاية القناة الهضمية . وقد يستفاد من ذلك أن المركبات التى تكون مركب معقد غير ذائب مع الحديد فهى تقلل من حدوث السمية بالحديد .

**النحاس Copper (cu)**

يوجد النحاس بتركيزات مرتفعة فى كل من الكبد – المخ – الكلية – القلب – الصوف والشعر – وكذلك يوجد فى الطحال – البنكرياس – العضلات – الجلد والعظام بتركيز

متوسط . كما تتميز الحيوانات حديثة الولادة بارتفاع تركيز النحاس بها عن الحيوانات تامة النمو .

والنحاس الموجود بالدم ٩٠% مرتبط مع بروتين سريولوبلازمين α 2 globulin والنسبة الباقية ١٠% يوجد بكرات الدم الحمراء فى صورة اريثروكيوبرين Erythrocuprein بروتين بداخل كرات الدم الحمراء .

وفى حالة الحمل يلاحظ ارتفاع مستوى النحاس فى صوره Ceruloplasmin حيث يعتقد بوجود علاقة بين هذا البروتين وهرمون الايستروجين .

**وظائف النحاس Functions**

١- النحاس ضرورى فى نشاط الانزيمات المرتبطة بالتمثيل الغذائى للحديد .
٢- ضرورى لتكوين بروتين Collagen بالعضلات ، Elastin وكذلك انتاج الملانين وهى الصبغة المسئولة عن تلون الجلد .
٣- نشاط الجهاز العصبى حيث أنه ضرورى لتكوين الغمد المحيط بالألياف العصبية .
٤- التكوين الطبيعى لكرات الدم الحمراء .
٥- ضرورى لأكسدة الحديدوز إلى حديديك وذلك ليتم نقله من الأنسجة إلى تيار الدم والتى يقوم بها بروتين Ceruloplasmin .
٦- ضرورى للتكوين الطبيعى للعظام .
٧- هناك عديد من الانزيمات تعتمد على وجود النحاس منها :-
Lysyl oxidase – Cytochrome C oxidase – Ferroxidase and tyrosinase .
٨- ضرورى لصبغة الصوف ، الشعر ومن المحتمل أن يكون هذا راجعاً لوجود النحاس كمكون Polyphenyl oxidase والذى ينظم تحول التيروسين إلى الملانين وكذلك ادخال مجموعة ذرتين كبريت إلى بروتين الكيراتين بالصوف والشعر .

**التمثيل الغذائى للنحاس Metabolism**

**الامتصاص :-**

١- مدى امتصاص النحاس من القناة الهضمية إلى مجرى الدم يختلف تبعاً للأنواع المختلفة من الحيوانات . ويساعد على الامتصاص لوجود بروتين بمخاطية الأمعاء له قدرة على الارتباط بالنحاس .
٢- درجة الحموضة لمحتويات الأمعاء لها تأثير على امتصاص النحاس .

٣- امــلاح الكالســيوم تقلــل امتصــاص النحاس وذلك من خلال رفعها لرقم الـPH لمحتويات الأمعاء .

٤- كبرتيد الحديدوز تقلل امتصاص النحاس بتكوينها معه ملح غير قابل للذوبان CuS.

٥- كــل من المولبيدنم ، الكادميوم ، الزنك يخفضوا امتصاص النحاس وذلك من خلال تنافســهم على البروتين الموجود بمخاطية الأمعاء ويساعد على امتصاص النحاس أو من خلال تكوين مركب معقد مع النحاس غير قابل للذوبان .

٦- كما أن الصورة المتواجدة بها النحاس تؤثر على امتصاصه فمثلاً :-

كبريــتات الــنحاس أســرع فى امتصاصها من كبريتيد النحاس وكذلك نترات النحاس ، كربونات النحاس ، كلوريد النحاس أسرع امتصاصاً من أكسيد النحاس .

بينما النحاس المعدنى (النحاس بمفرده) فامتصاصه ضعيف جداً .

## انتقال النحاس والاستفادة منه Transport and Tissue Utilization

الــنحاس الممتص يرتبط ارتباطاً ضعيفاً مع بروتين الالبيومين فى البلازما ومنه يتوزع إلــى الأنســجة ونخــاع العظام حيث يستخدم ويساعد فى تكوين كرات الدم الحمراء . النحاس الذى يصل إلى الكبد يتم تخزينه فى الخلايا البرانشيمية حيث يخزن ويتم تحريره إلــى الــدم مــرة أخــرى مرتــبطاً مع الابيومين وكذلك بكميات كبيرة كمكون فى الــ Ceruloplasmin أو يدخــل فــى تكويــن عدد من الأنزيمات أو البروتينات التى تحوى النحاس .

## إخراج النحاس Exceretion

الطــريق الاساسى لاخراج النحاس ويتم من خلال العصارة الصفراوية وهى بالتالى تخــرج فى الروث كما يخرج فى الروث أيضاً كميات بسيطة من خلايا جدر القناة الهضمية المــتآكلة فى العصارة البنكرياسية كما يفقد كميات ضئيلة فى البول وآثار من النحاس تفقد فى العرق .

## أعراض نقص النحاس Deficiency signs

١- انخفــاض تركيز النحاس بالدم عن ٠,٢ملجم/مل يؤدى على خلل فى تكوين كرات الدم الحمراء وظهور حالة الانيميا . كما يقلل فترة نشاط وحياة كرات الدم الحمراء.

٢- انخفاض امتصاص الحديد واستخدامه .

٣- عدم التوافق العصبى والعضلى وعدم القدرة على الوقوف على الأرباع الخلفية .

٤- فشــل فــى تكوين الغمد المحيط بالألياف العصبية والخلايا العصبية بالمخ والنخاع الشــوكى حيــث ينخفض النحاس بالمخ مما يخفض نشاط Cytochrome oxidase والذى يعتبر ضرورياً فى تخليق الفوسفولبيدات .

٥- تشوه العظام وفشل لإدخال العناصر المعدنية فى الغضاريف .

٦- نمــو الصــوف والشعر يكون ضعيفاً وغير طبيعى حيث يفقد تموجاته وهذا راجع لــنقص مجموعتيــن (نرتيــن الكبريــت Disulfide groups) وزيــادة مجموعات Sulfahydryl groups وتغير فى تركيب السلسلة الببتيدية .

٧- يــتأثر تلــون الصوف ، الشعر ، الريش ، بنقص النحاس ويظهر هذا العرض فى بداية علامات نقص النحاس فعند زيادة كمية المولبيدنم فى الغذاء ولمدة يومين فقط وكذلــك الكبريــت الغــير عضوى يؤدى على ضعف التلوين وقلة الصبغة وخاصة السوداء .

٨- التهابات بالأوعية الدموية المتصلة بالقلب ونزيف لنقص بروتين الالستين Elastin وهو من البروتينات الليفية .

٩- نفوق الأجنة وأعادة امتصاصها فى بعض الحالات .

١٠-انخفاض إنتاج البيض .

وعــادة البقوليات اكثر احتواء للنحاس عن النجيليات ومن المهم أيضاً هو مدى قابليتها للامتصاص وليس تركيزها فقط .

**أعراض التسمم من تناول تركيزات مرتفعة من النحاس Toxicity**

مــن الواضح أن الأغنام والماشية أكثر حساسية واستعداداً لظهور حالات التسمم لزيادة تركيزات النحاس عن أنواع الحيوانات الأخرى .

الــنزيف – تصــلب المفاصل – الصفراء – التهابات الجلد قد ظهرت على عجول تغذت على بدائل ألبان تحوى ١١٥ جزء فى المليون من النحاس .

كما حدثت حالات نفوق وتسمم الأغنام من النحاس عندما كان المرعى فى تربة مرتفعة فــى تركيزات النحاس . وتركيزات النحاس بأكثر من ١٥٠ جزء فى المليون قد تحدث عنه أعراض التسمم وذلك من خلال اضطرابات فى الكبد .

وإضافة الحديد يقلل من حالات التسمم بالنحاس وقد تعالجها مما يشير أن التسمم يحدث اساساً من نقص الحديد والتى تنتهى بالتسمم . كما أن اضافة البروتين وكذلك اللبن يزيد من حــالات الانيميا ونقص الحديد وبالتالى يزيد من حالات التسمم بالنحاس وقد يكون ذلك من

خـــلال تأثـــيرهما على امتصاص النحاس والحديد من الأمعاء . ويؤثر فى ذلك أيضاً تواجد عناصر أخرى مثل الكبريت ، الموليبدينم ، السيلينيم وكذلك الزنك .

تقديـــم مـــواد ترتبط بالنحاس وتعيق امتصاصه قد يفيد فى علاج حالات ارتفاع مستوى النحاس بالغذاء .

## المنجنيز Manganese (Mn)

### توزيعه بالأنسجة :-

الكمية المتواجدة بالجسم منه تعادل ١% من كمية الزنك وكذلك ٢٠% من كمية النحاس . ويـــتواجد المنجنـــيز بتركـــيزات مرتفعة فى كل من العظام – الكلية – الكبد – البنكرياس والغدة النخامية . والكمية المتواجدة منه بالعظام تعادل ٢٠% من كمية المنجنيز بالجسم .

ومعظـــم المنجنـــيز المـــتواجد بالأنســـجة الـــرخوة يوجد داخل الخلايا فى صورة قابلة للاستخدام Labile form بينما ذلك الجزء المتواجد بالعظام فهو يوجد بالجزء الغير عضوى منه .

### وظائفه Functions

١- ضرورى للتكوين الطبيعى للعظام حيث يدخل فى تكوين Condroitin sulfate والذى يدخل فى تكوين Mucopolysacchrides والموجود بالجزء العضوى للعظام .

٢- ضرورى لتوازن الجسم حيث نقصه يؤدى إلى خلل فى الأذن الداخلية لنقص فى الـــ Mucopolysacchrides المتكون بالغضاريف .

٣- ضـــرورى لنشـــاط عديـــد من الانزيمات المتعلقة بتكوين الـــ , Polysaccharides glycoproteins مثل انزيم Glycosyl transferases .

٤- يدخل فى تكوين انزيم Pyruvate carboxylase وينشط انزيم Phosphenol pyruvate carboxy kinase . كما له دور فى ميتابوليزم الكربوهيدرات . كما لـــه دور فـــى تخليقة الكوليسترول والأحماض الدهنية بالكبد فهو بالتالى له دور حيوى فى ميتابوليزم الدهون . كما ينشط المنجنيز أنزيم الـــ Arginase .

**الامتصاص Absorption**

الكمـــية الممتصة منه تتناسب مع الكمية المتناولة منه بالغذاء وغالباً ما يكون أقل من ١٠% . زيادة الكالسيوم أو الفوسفور بالغذاء يقلل امتصاص المنجنيز وكذلك يؤثران فى فقد المنجنيز من الأنسجة . كما يزداد امتصاص المنجنيز عند نقص الحديد .

**انتقاله وتخزينه بالجسم Transport and Storage**

يمتص المنجنيز فى صورة $Mn^{++}$ ثم يؤكسد فيتحول إلى $Mn^{+++}$ وينتقل بسرعة إلى الأنسجة ويتخزن بالأنسجة الغنية بالميتوكوندريا مثل الكبد – البنكرياس – والمخ . ويلاحظ المنجنـــيز ارتباطاً ضعيفاً ببروتين بيتاجلوبيولين فى البلازما . وتركيز المنجنيز فى اللبن ، الأجنة ، البيض يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالمأكول من المنجنيز .

**إخراج المنجنيز Excretion**

الوســيلة الاساسية لاخراج المنجنيز يكون عن طريق العصارة الصفراوية كما تفقد كمية بسيطة من خلال افرازات البنكرياس وخلايا القناة الهضمية المتآكلة كما تخرج كميات بسيطة منه عن طريق البول وكذلك العرق .

**أعراض النقص Deficiency signs**

١- تشوهات بالجهاز الهيكلى .
٢- عرج الحيوان وتقوس عظامه وتضخم المفاصل .
٣- ازلاق أوتار عضلات ومفاصل الركبة عن الوضع الطبيعى فتتأثر حركة الحيوان .
٤- انخفاض تركيز انزيم Alkaline phosphatase .
٥- ضعف فى قشرة البيض لقلة السمك انخفاض نسبة الفقس وكذلك كمية البيض .
٦- يعيق حركة الجلوكوز من القناة الهضمية إلى الدم .
٧- تأخـــير النضــج الجنسى – انخفاض نسبة الأخصاب – نقص عدد الأجنة فى البطن الواحدة وكذلك تقل الحيوية .
٨- انخفـــاض الرغـــبة الجنســية فـــى الذكور وفشل فى تكوين الجاميطات (الحيوانات المنوية) .
٩- نقص الدهن بكل من الكبد والعظام .

### التسمم الناتج عن تناول كميات زائدة من المنجنيز Toxicity

حـالات التســمم من المنجنيز نادرة الحدوث وإذا حدثت فيكون لتداخله مع عناصر معدنــية أخــرى فــى الأســتفادة منها . ولم تظهر أى أعراض سمية عند تناول العجول ، الدواجن ، الفئران لعلائق تحوى ١٠٠٠ ، ٨٢٠ جزء فى المليون من المنجنيز .

كما أن زيادة المنجنيز تقلل من الشهية لتناول الغذاء فيقل معدل النمو .

زيــادة المنجنيز تؤثر سلبياً على التمثيل الغذائى للكالسيوم والفوسفور . وكذلك تؤدى زيادة المنجنيز ١٠٠٠-٥٠٠٠ جزء فى المليون إلى ظهور أعراض نقص الحديد .

ويــبدو أن الحــد الأقصــى الذى يمكن أن يتحمله الحيوان من تركيز المنجنيز هو ١٠٠٠جزء فى المليون . ويصل هذا الحد إلى ٢٠٠٠ جزء فى المليون بالنسبة للدواجن .

## السيلينيم Selenium (Se)

وضـــح Schwarz and Foltz فــى ١٩٥٧ أن السيلينيم يمنع التهابات وتليف الكبد وكــان يعتــبر الســيلينيم قــبل ذلك كعنصر سام . وأكتشف أيضاً أنه يعالج ضعف وترهل العضلات وقد لوحظ أن هذه الأعراض تظهر عند نقص فيتامين هـــV.E . وفى سنة ١٩٩٢ وضـــح Ullrey التحســن الــذى يطــرأ علــى الحيوانات عند إضافة السيلينيم فى علائقها والاحتــياجات منه ضئيلة حوالى ٤ جزء فى المليون/يوم بينما حد السمية يتراوح بين ٥-١٠ جزء فى المليون .

### تواجد السيلينيم بأنسجة الجسم Tissue Distribution

يوجــد فى جميع خلايا الجسم وأن كان التركيز أقل من جزء واحد فى المليون وهذا سبب أن الاحتياجات اليومية منه محدودة للغاية . وعند تناول جرعات مرتفعة من السيلينيم فى الغذاء نجد تركيزه فى كل من الكبد والكلى يتراوح بين ٥-٧ جزء فى المليون .

### وظائفه Functions

الســيلينيم يدخل فى تكوين أنزيم جلوتاثيون بيروكسيديز Glutathione Peroxidase وله دور فى تكسير وهدم البيروكسيدات المتكونة عند أكسدة الدهن . ولهذا فهو له دور فى حفظ سلامة ونشاط الأغشية الخلوية .

كمـــا يوجد السيلينيم فى انزيمات أخرى بالكائنات الحية الدقيقة . وله دور أيضاً فى نشـــاط البنكرياس ومن خلال تأثيره على ليبيز البنكرياس فهو يؤثر على امتصاص الدهون وكذلك التوكوفيرولات (مجموعة مركبات V.E) من القناة الهضمية .

**الامتصاص Absorption**

موقــع الامتصاص الاساسى هو الاثنى عشر ولا يتم امتصاصه من خلال الكرش أو الانفحة . ويتم امتصاصه فى صورة ملح مع الحامض الأمينى الميثيونين ، السستين .

**انتقاله وتخزينه بالجسم Transport and Storage**

ينتقل السيلينيم بعد الامتصاص مرتبطاً ببروتينات البلازما ويدخل جميع الأنسجة التى فى حاجة إليه ويخزن على صورة سلينوميثيونين Selenomethionine وكذلك سلينوسستين Selenocystine . ويدخــل الســيلينيم داخــل كــرات الــدم الحمراء ، كرات الدم البيضاء ، الميوجلوبين والبروتينات النووية والميوسين وكذلك عديد من الأنزيمات منها Cytochrome c ، الالدوليز Aldolase .

**إخراج السيلينيم Excretion**

يفقــد من خلال الروث والبول والرنتين كما أن المخزون منه يوجد فى صوره قابلة للاســتخدام . وبالنســبة للأغــنام التى تم حقنها بجرعات من السيلينيم فأنه يلاحظ خروجه بصــفة اساسية من البول . بينما عندما تكون الكميات المتناولة منه قليلة فيخرج أساساً فى الــروث . الزرنــيخ يقلل امتصاص السيلينيم من القناة الهضمية كما يزيد إخراجه من خلال العصارة الصفراوية والبول عند حقن الزرنيخ داخل أنسجة الجسم .

توفــر الكبريت يؤثر فى ميتابوليزم السيلينيم ويزيد من إخراجه فى البول فى صورة سلينات صوديوم .

كما ينتقل السيلينيم عبر المشيمة من الدورة الدموية للأم إلى الدورة الدموية للجنين والصورة العضوية تكون أسرع فى الأنتقال من الصورة الغير عضوية .

**أعراض نقص السيلينيم Deficiency signs**

١- ضعف واضمحلال العضلات وتحلل الألياف العضلية وعند تأثر عضلة القلب فهذا يؤدى إلى نفوق الحيوان مباشرة .

٢- التهاب الكبد وتحلل وتليف البنكرياس .

٣- اضطرابات عصبية .

٤- تقوس العمود الفقرى .

٥- زيادة تركيز بعض الأنزيمات بالبلازما منها Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) وكذلك Lactic dehydrogenase isoenzymes (LDH) حيث عند تحطم الخلايا لنقص السيلينيم تخرج هذه الانزيمات إلى البلازما فيرتفع تركيزها .

٦- التورم وتجمع السوائل تحت الجلد Odema وخاصة فى منطقة الصدر .

٧- ضعف الخصوبة سواء فى الذكور أو الإناث حتى عند توافر V.E بالقدر المناسب .

٨- نفوق الحيوان .

**السمية لتناول تركيزات مرتفعة من السيلينيم Toxicity**

وجود السيلينيم فى الأراضى الزراعية بتركيزات أكثر من ٠,٥ جزء فى المليون يؤدى إلى نباتات تحوى أكثر من ٤جزء فى المليون .

**وأعراض التسمم منها** : الهزال – فقد فى الشعر – تشقق الحوافر – تضخم وضعف فى المفاصل – عرج أثناء السير– تليف الكبد – انيميا – زيادة افراز اللعاب – ضعف الاسنان – العمى – شلل وينتهى الحيوان بالنفوق .

وبالنسبة للدواجن ينخفض انتاج البيض وتقل نسبة التفريخ وتشوه الكتاكيت مثل فقد العينين – تشوه الأجنحة والأقدام .

وأعراض التسمم تظهر عندما يكون تركيز السيلينيم بالغذاء ٥ جزء فى المليون . وزيادة محتوى البروتين بالغذاء يقلل من حدوث التسمم وكذلك وجود الكبريت الغير عضوى يقلل من الآثار السلبية على النمو عند ارتفاع مستوى السيلينيم بالغذاء بينما وجود أو أضافة الزرنيخ يزيد من سمية السيلينيم .

انزيم سكسينيك ديهدوجنير بالكبد Liver Succiuic dehydrogenase يقل بزيادة تركيز السيلينيم .

**الكوبلت Cobalt**

وهو مكون لفيتامين ب١٢ والكوبلت ينبه ويشجع تكوين كرات الدم الحمراء .

### توزيعه بالجسم والأنسجة Tissue distribution

يعتبر الكبد – الكلية – غدة الادرينال – وكذلك العظام تحوى أعلى تركيزات من الكوبلت عن باقى أجزاء أو أنسجة الجسم .

زيادة الكوبلت بعلائق الحيوانات العشار يؤدى إلى أرتفاع تركيز الكوبلت بالعجول عند الولادة وكذلك باللبن وبالتالى يمكن زيادة تركيز الكوبلت للحيوانات الحلابة لكى يكون اللبن الناتج مرتفعاً فى محتواه من الكوبلت .

### وظائفه Functions

وظيفة الكوبلت الأساسية هي كونه يدخل فى تكوين فيتامين ب١٢ . وبالنسبة للمجترات فهى لا تحتاج لفيتامين ب١٢ فى غذائها إذا ما توفر الكوبلت بالمصادر الغذائية حيث تستطيع الكائنات الحية الدقيقة تكوين فيتامين ب١٢ بالكرش والشبكية.

### التمثيل الغذائى Metabolism

الكوبلت الغير عضوى يمتص بنسبة ضئيلة من القناة الهضمية . كما يخرج معظم الكوبلت من خلال الروث بينما عند الحقن بالكوبلت فإن الكوبلت يخرج من خلال البول .

ويحتفظ الجسم بمحتواه من الكوبلت ولا يفقده بسرعه . ولا يتم تخليق فيتامين ب١٢ بالأنسجة مهما كان تركيز الكوبلت بها .

وأعطاء جرعات زائدة من الكوبلت يؤدى إلى زيادة إعداد كرات الدم الحمراء .

### أعراض نقص الكوبلت Deficiency signs

هي نفس أعراض نقص فيتامين ب١٢ . وبالنسبة للمجترات التى ترعى فى أراضى ينخفض فيها تركيز الكوبلت يلاحظ فقدان الشهية – ضعف النمو ونقص فى وزن الجسم – هزال – انيميا – نفوق الحيوان . وقد يحدث ترسب الدهن بالكبد .

وتركيز الكوبلت الذى يجب توفره بالغذاء حتى تتمكن المجترات من تخليق فيتامين ب١٢ أكثر من ٠,١١ جزء فى المليون .

ويعالج نقص الكوبلت فى المجترات بإضافة أقراص من أكسيد الكوبلت والحديد . وهذه الأقراص تستمر بالكرش لفترات طويلة تتحلل ببطئ تستفيد الميكروبات من الكوبلت الناتج فى تكوين فيتامين ب١٢ .

**السمية من الجرعات الزائدة من الكوبلت Toxicity**

نظراً لضعف وقلة امتصاص الكوبلت فإن حالات التسمم منه نادرة الحدوث . كما أن الحيوان يمكن أن يقاوم جرعة قدرها ٣ملجم كوبلت يومياً/١كجم وزن جسم لمدة ٨ أسابيع ولم تظهر أى أعراض غير عادية على الاغنام .

هـــذا وإن كانـــت الجـــرعات الزائدة تؤدى إلى فقد الشهية وحدوث حالات الانيميا . وكذلك إعطاء الكوبلت فى صوره ملح ذائب بمعدل ٣٠٠ملجم /كجم وزن جسم تعتبر جرعة مميتة للأغنام . الماشية أقل مقاومة من الأغنام فى تحمل الجرعات الزائدة .

**اليود Iodine I**

يتركز اليود بالغدة الدرقية ويتناقص هذا التركيز عند الحيوانات المصابة بنقص فى اليود وظهور حالة الـــ Goiter .

هرمون الثيروكسين هو أحد عدة مركبات تكونها وتفرزها الغدة الدرقية ومن المركبات

$$HO-C_6H_2I-O-C_6H_2I-CH_2-CH(NH_2)-COOH$$

**Thyroxin**

الأخرى 3-5 diiodo 3-5 dibromothyronine , $T_3$-3,5-3 triiodothyronine وكذلك 3,5,3,5 tetraiodothyro propionicacid وهذا المركب الأخير له نشاط يعادل ٣٠٠ ضعف نشاط الثيروكسين .

**توزيعه بالأنسجة**

يـــتواجد الـــيود بأعلى تركيز بالغدة الدرقية حيث يمثل ٠,٢-٥% من الوزن الجاف للغـــدة وهـــذا القدر يمثل ٧٠-٨٠% من اليود بالجسم . كما يتركز اليود أيضاً فى الانفحة Abomasum ، الأمعـــاء الدقـــيقة – الغدد اللعابية – الجلد – الغدة البنية – المبيض وكذلك بالمشيمة . ويمثل اليود الغير عضوى نسبة ضئيلة ١-٢ ميكرو جرام/١٠٠جم من العضلات . بينما اليود العضوى فيمثل حوالى ٥ ميكرو جرام/١٠٠جم من العضلات .

والوظـــيفة الأساسية الوحيدة المعلومة عن اليود هي وجوده كمكون لإفرازات الغدة الدرقية وبالتالى فهو يرتبط مباشرة بمعدل التمثيل الغذائى القاعدى .

## التمثيل الغذائي لليود Metabolism

تركـــيز اليود بالعصارة المعوية قد يصل إلى ١ – ٤٠ ضعف تركيزه بالبلازما . ويتم تركـــيز الـــيود سواء بالمبيض وكذلك بالمشيمة من خلال عمليات انتقال نشط ومن خلالهما ينتقل اليود إلى أنسجة الجنين .

كما ينتقل اليود إلى الجنين من خلال توافر بروتين متخصص فى سيرم الجنين يرتبط بالثيروكســـين والـــذى يـــزيد فى التركيز فى المراحل الأخيرة من نمو وتطور الجنين وهذا البروتين له قوة ارتباط شديدة مع الثيروكسين أكثر من قوة ارتباط الثيروكسين مع البروتين فى دم الأم . وكذلك أيضاً الغدة اللبنية تحتفظ بتركيز مرتفع من اليود وذلك من خلال الانتقال النشـــط فيصـــل بتركـــيزه باللبـــن إلى ٤٠ ضعف تركيزه بالبلازما . كما يحوى اللبن أيضاً تركيزات بسيطة من ($T_3$) Triiodothyronine (Thyroxine) , Tetraiodothyronine($T_4$) .

والـــيود المخزن بالجسم يخزن فى صورة مركب غروى Thyroglobulin . كما أن الحقـــن باليود المشع فى الدم يلاحظ أن نسبة كبيرة منه ترتبط بالبروتين بالغدة الدرقية بعد فترة قصيرة من الحقن .

وتركـــيز البروتين المرتبط باليود Protein Bound Iodine (PBI) فى البلازما يعطى دلالة على نشاط الغدة الدرقية ومدى إفرازها .

ويخرج اليود أساساً من خلال الكلية والبعض يفقد فى العرق وكذلك الروث كما تفرز الغدد اللعابية كميات كبيرة منه ولكن معظمه يعاد امتصاصه من القناة الهضمية .

## أعراض نقص اليود Deficiency signs

نقـــص اليود فى الغذاء يخفض من معدل التمثيل الغذائى القاعدى . ونقص اليود فى الحـــيوانات النامـــية يؤدى ضعف نموها وصغر حجمها ويطلق على هذه الحالة Cretinism بيـــنما فـــى الحـــيوانات تامة النمو فيظهر عليها خشونة الجلد – تورم الوجه والأطراف – انخفاض درجة حرارة الجسم – ضعف ضربات القلب – بطئ الاستجابة للمؤثرات الخارجية . والحـــيوانات فـــى مـــثل هـــذه الحالات يقل استهلاكها للأكسجين – اضطرابات فى الجهاز التناســـلى فقـــد يحدث امتصاص للأجنة – إجهاض – ولادة أجنة ميتة – عدم انتظام دورة الشبق فى الإناث وضعف الرغبة الجنسية عند الذكور وتدهور صفات السائل المنوى – وقد تولد أجنة بدون شعر والجلد سميك وجاف .

ويضاف اليود إلى ملح الطعام (الملح اليودى Iodised salt) وقد ساعد ذلك فى تقليل حـــالات نقص اليود وحالات الجوتير Goiter الناتج عن نقص هرمون الثيروكسين . وهناك بعـــض المواد التى تعيق إضافة اليود إلى الحامض الأمينى الثيروسين وبالتالى تمنع تخليق

الـــــ Iodothyronine ويطلـــق على هذه المواد Goitrogenic substances ومن هذه المواد الثيوســــيانات الموجـــودة فى صورة Glucosinolates فى نبات الكسافا الذى يستخدم كعلف أخضـــر أو الدرنات التى تستخدم كمصدر للكربوهيدرات سواء للدواجن أو المجترات وكذلك مـــن هـــذه المـــواد أيضاً الجلوكوببتيدات الموجودة فى فول الصويا ومن هذه المواد أيضاً مركـــبات الايثيلين كربمات ، سلفوناميدز ، تيترا سيكلين وجميع هذه المركبات تثبط ارتباطاً اليود مع الحامض الأمينى الثيروسين .

**التسمم من تناول جرعات زائدة من اليود Toxicity**

توجد اختلافات كبيرة بين الحيوانات فى مدى مقاومتها للجرعات الزائدة من اليود . فعند تناول جرعات ٢٤٠٠ جزء فى المليون من اليود ولمدة ٢٠٠يوم لم يحدث له أى تاثير علـــى خصـــوبة ذكور الفئران وكذلك التناسل فى إناث الخنازير مع كونها عشار ولكن هذه الجـــرعات أدت إلـــى زيادة النفوق قبل الولادة فى الأرانب وكذلك انخفض انتاج البيض عند تناول جرعات ٣١٢ جزء فى المليون ثم ازدادت لتصل إلى ٥٠٠٠ جزء فى المليون – كما انخفضـــت أيضـــاً نسبة التفريخ وعند وقف هذه الجرعات الزائدة ولمدة أسبوع ارتفع ثانياً مســـتوى انتاج البيض مما يشير أن هذا التأثير السام لم يكن له علاقة بهرمون الثيروكسين وإن كانت زيادة اليود تؤدى إلى اضطراب وظائف الغدة الدرقية وامتصاص اليود .

**الزنك Zinc(Zn)**

ينتشـــر الـــزنك فى أنسجة الجسم ولكن يوجد بتركيزات مرتفعة فى الكبد ، العظام ، الكلـــية ، العضلات ، البنكرياس ، العين ، غدة البروستاتا ، الجلد ، الشعر والصوف . وعند تعرض الحيوان لنقص فى الزنك فإن يحتفظ بتركيزات مرتفعة فى الجلد ، الخصيتين ، الكلية ، العضلات ، القلب ، الرئتين ، الطحال .

ويدخـــل الزنك فى تركيب عدد كبير من الانزيمات ويتواجد الزنك فى كل من الخلايا بلازمـــا الـــدم وإن كان تركيزه بالخلايا يعادل ٩أضعاف تركيزه بالبلازما . والزنك بالبلازما يرتـــبط بالآلبيوميـــن والجلوبيولين بينما الزنك الموجود بداخل كرات الدم الحمراء فيتواجد كمكون لانزيم كربونيك انهيدريز Carbonic anhydrase .

**وظائفه Functions**

يتواجد الزنك كمكون للانزيمات التالية :-

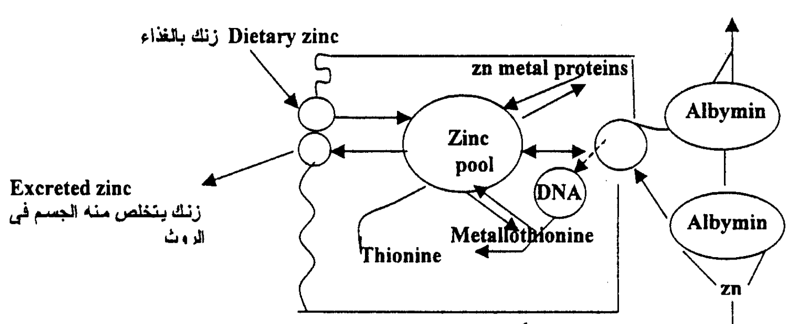
1- Carbonic anhydrase
2- Carboxy peptidases
3- Several dehydrogenases

4- Alkaline phospharase
5- Ribonuclease
6- DNA polymerase

كما أن الزنك ضرورى لتنشيط عدة انزيمات وله دور فى التوزيع الفراغى لــ DNA, RNA . والزنك ضرورى لتخليق البروتين بصورة طبيعية وكذلك التمثيل الغذائى له ويدخل فى تكوين الانسولين فهو له دور فى تمثيل الكربوهيدرات .

**التمثيل الغذائى للزنك Metabolism**

يمتص الزنك من القناة الهضمية من خلال الأمعاء الدقيقة ومعدل امتصاصه يتراوح بيــن ٥-٤٠% من الكمية المأكولة من الزنك وتنظيم أمتصاص الزنك يتم عبر جدر الأمعاء الدقــيقة . وانتقال الزنك الممتص من جدر الطبقة المخاطية للأمعاء إلى تيار الدم يتم بتحكم كــامل مــن بروتيــن خــاص يرتبط به يتم تخليقة من أجل امتصاص الزنك ورفع تركيزه بالبلازما.




ويتناســب امتصاص الزنك عكسياً مع تركيز الكالسيوم بالغذاء ويزيد من هذا التأثير وجود الفيتات حيث تحول الزنك إلى صورة غير ذائبة وبالتالي غير ممتصة بينما وجود مادة EDTA إثيلين داى أمين تترا اسيتات يزيد من امتصاص الزنك حيث تتنافس مع الفيتات فى الأرتــباط مــع الزنك وبالتالى تقلل من نسبة الزنك الذى يرتبط مع الفيتات . كما أن وجود الهســتيدين أو السســتين فى الغذاء مثل فول الصويا والذرة يقلل من امتصاص الزنك حيث ترتبط معه . وكذلك ايضاً الفوسفور وجوده يعتبر من العوامل المؤثرة فى امتصاص الزنك .

واخراج الزنك يتم اساساً عن طريق الروث - والعصارة البنكرياسية تعتبر الوسيلة الاساسية لاخراج الزنك من الانسجة . تركيز الزنك بالمشيمة يعتمد على مدى احتواء غذاء الأم علــى الــزنك . وتركــيز الــزنك بالكبد يختلف تبعاً لكمية الزنك المتناولة فى الغذاء .

وهـــرمونات القشـــرة للغدة فوق الكلية تؤدى إلى تخزين الزنك بالكبد ويصاحب ذلك نقص الزنك بالبلازما .

**أعراض نقص الزنك Deficiency signs**

١- بطئ النمو .
٢- فقد الشهية وهزال .
٣- نقص تركيز انزيم alkaline phosphatase وكذلك نشاطه بالبلازما وكذلك تركيز الزنك بالبلازما .
٤- خشونة الجلد وزيادة سمك وتقرن خلايا الطبقة الطلائية .
٥- فقد الشعر .
٦- ضعف تكوين الريش والتهابات جلدية بالدواجن .
٧- تأخر نمو العظام والغضاريف .
٨- هشاشه العظام ونقص محتواها من الزنك .
٩- ضعف حيوية الكتاكيت .
١٠- عـــند تغذية الأمهات على عليقة بها نقص فى الزنك فيؤدى ذلك إلى النفوق المبكر ومتاعب عند الولادة ونقص فى الوزن عند الميلاد عن الوزن الطبيعى .
١١- نقص الزنك له تأثير سلبى على الجهاز التناسلى الذكرى .
١٢- التـــئام الجروح فى الحيوانات التى تعانى من نقص فى زنك الغذاء بطئ وقد يمكـــن تفســـير ذلـــك من خلال تأثير الزنك على تخليقة البروتين ونقص نشاط انزيمات الكبد مثل :-

Leucine aminopeptidase , Ornithine transcarbamylase

**السمية لتناول جرعات زائدة من الزنك Toxicity**

احتـــياجات معظـــم الحيوانات أقل من ٥٠ملجم/كجم غذاء -لوحظت أعراض السمية (انيمـــيا – هـــزال – الـــنفوق) عند تغذية الفئران على عليقة تحوى ١% زنك . عند تغذية الفـــئران على عليقة بها تركيز ١جم/كجم لم تظهر أى أعراض وعند زيادة تركيز الزنك إلى ٤-٨جـــم/كجـــم قد يؤدى بطئ النمو – تصلب المفاصل – نزيف – ضعف العظام . الأغنام والماشـــية أقـــل مقاومة للتركيزات المرتفعة من الزنك عن الدواجن . فتركيزات ٠,٩-١,٧ جـــم/كجـــم يخفض الشهية . وذلك من خلال تأثيره السلبى على ميكروبات الكرش . وزيادة الـــزنك تعـــيق امتصاص النحاس والحديد بما يؤدى إلى ظهور حالة الانيميا . كما أن زيادة الزنك تعيق امتصاص المنجنيز وتظهر أعراض نقصه . ولم تظهر أى أعراض سلبية عندما

كـــان تركـــيز الـــزنك أقل من ٦٠٠ جزء فى المليون . وجود بروتين فول الصويا يقلل من التأثير السام للزنك فى الغذاء وقد يرجع ذلك لوجود الفيتات به .

**الموليبـدنـم Molybdenum (Mo)**

تـــأكدت النـــتائج أن الموليـــبدنم عنصر معدنى ضرورى فى ١٩٥٣ حيث يدخل فى تكويـــن انـــزيم زانثيـــن أو كسـيدير xanthine oxidase وكذلك وجد أيضاً أن نمو الحملان والـــرومى والكتاكيـــت كـــان أفضـــل عـــند اضافة الموليبدنم إلى عليقة شبه نقية . فوجود الموليبدنم بتركيز ٠,٣٦ جزء فى المليون أدى إلى مضاعفة معدل نمو الحملان ٢,٥ ضعف عنه فى حالة عدم اضافته . ومعظم المواد الغذائية تحوى الموليبدنم بتركيزات أكبر من هذا التركيز ولذا تأخر التأكد من اعتباره عنصر معدنى ضرورى . وجود كل من النحاس ، الزنك ، الكبريـــت والأحمـــاض الامينـــية المحتوية على الكبريت والكادميوم لهم تأثير على قابلية الحيوانات للتسمم من التركيزات المرتفعة للموليبدنم بالغذاء .

وتشـــير بعـــض المـــراجع أن الموليـــبدنم يدخل أيضاً فى تكوين كل من الانزيمين Sulphite oxidase , Aldehyde oxidase وكذلـــك يشـــارك الموليـــبدنم فـــى تفاعلات انزيم سيتوكروم س(Cytochrome-C) ويسهل اختزاله بواسطة انزيم Aldehyde oxidase .

والموليبدينم ينشط هضم السليلوز فى المجترات .

**السيليكون Silicon**

تم التعرف على أنه عنصر معدنى ضرورى فى ١٩٧٢ وهو العنصر الاكثر انتشاراً علـــى ســـطح القشرة الأرضية بعد الأكسجين . وبالتالى فيتناوله الحيوان فى غذائه بصورة طبيعـــية بكمـــية كبيرة ويمتص فى صورة Monosilicic acid والذى يمثل نسبة ضئيلة من الســـيليكون المتـــناول فى الغذاء . وتم التعرف على أهميته عند تغذية بعض الكتاكيت على علائق نقية . فبإضافة السيليكون حدث تحسن ٢٥-٣٤% فى النمو . ويبدو أن السيليكون له دور فى بدأ ترسيب العناصر المعدنية بالعظام .

ومـــن الناحية العملية فإن التخوف من التأثير السلبى لزيادة تركيز السيليكون أكثر أهمـــية مـــن الـــتعرض لـــنقص فى السيليكون المنتشر فى جميع المواد الغذائية الطبيعية . فحـــدوث الحصـــوات بـــالكلى أمـــر يحدث بالنسبة للماشية التى ترعى حيث تزداد تركيزات الســـيليكون فى المواد المالئة الخضراء . هذا وإن كان زيادة الصوديوم بالغذاء وكذلك وفرة ماء الشرب يزيل تلك الحصوات .

**الفلور Fluorine (F)**

ويعتـبر الفلـور عنصـر معدنـى ضرورى من حيث دوره فى حماية الأسنان من التسوس ويكفى تركيز ١ جزء فى المليون لتوفير هذه الحماية بينما زيادة التركيز تؤدى إلى إضعاف طبقة الأنامل (Enamel) بالأسنان وكذلك تضخم العظام بينما التركيزات البسيطة منه ضـرورية للـنمو الطبـيعى للعظـام . زيادة المأكول من الكالسيوم يقلل من ترسيب الفلور بالعظـام . وتشـير بعض المراجع أن اضافة الفلور إلى عليقة خالية منه بمقدار ٧,٥ملجم فلـور/ ١كجـم غـذاء يـزيد معدل النمو بمقدار ٣٠% ويضاف الفلور فى صوره فلوريد بوتاسيوم .

معظم النباتات لها قدرة ضعيفة فى امتصاص الفلور من التربة الزراعية والمستوى الطبـيعى له فى نباتات المراعى ٢-١٦ملجم / كجم مادة جافة . والتركيزات المرتفعة منه ٢٠ جـزء فى المليون لها تأثير ضار على الاسنان وتكون شديدة الحساسية للماء البارد – انخفـاض الشـهية – بطئ النمو – تشوهات بالعظام والمفاصل – ويكون غالباً سبب زيادة الفلور فى الغذاء هو تلوثه من اتربة الصخر الفوسفاتى الذى يحتوى على الفلور .

**الكروم Chromium Cr**

اتضـحت أهميـته ١٩٥٤ حيـث تبيـن أن وجـوده يزيد من تكوين الكوليسترول والأحمـاض الدهنية فى كبد الفئران . كما أن الكروم ثلاثى الشحنات له دور فى ميتابوليزم الجلوكوز حيث يعمل الكروم كعامل مساعد مع الانسولين . كما أن الصورة التى يقدم عليها (فـى صورة خميره والتى تحوى الكروم) فيمكن بذلك من أن ينتقل إلى نسيج الأجنة بداخل الأم . إضافة الكروم بمعدل ٢٠٠ جزء فى البليون فى صورة Chromium tripicolinate . تبين أنه يؤدى إلى زيادة اللحم وقلة الدهن فى بعض الذبائح ويكون ذلك من خلال دوره فى ميتابولـيزم الكربوهـيدرات والدهون وكذلك تخليق البروتين والتركيزات المرتفعة ٥٠ملجم كروم/١كجم مادة جافة يقلل النمو وتسبب وتحلل فى الكبد والكلية فى الفئران .

**النيكل Nickel**

أول مـا لوحظـت أهميـته كانت بالنسبة للكتاكيت كما لوحظت أعراض نقصه فى الخـنازير – الماعز – الفئران – الأغنام . ومن أعراض نقصه انخفاض قيمة الهيماتوكريت decreased hematocrit (نسـبة المكونـات الخلويـة بالدم : بالبلازما) تشوهات بالكبد – مشاكل بالجهاز التناسلى- زيادة نفوق الأجنة أو بعد ولادتها مباشرة – انخفاض معدلاتالنمو

– انخفاض تركيز البروتين فى الدم وكذلك الدهن . والتركيزات من النيكل أقل من ٤٠ جزء فى البليون ٤٠ميكرو جرام/كجم مادة جافة تشير لنقص فى النيكل بالغذاء .

وتشير بعض المراجع أن نقصه يؤدى إلى تغير فى التلوين بالجلد – التهابات جلدية ويعتقد البعض أن النيكل له دور فى التمثيل الغذائى للأحماض النووية .

والمســتوى الطبيعى له بالمرعى تتراوح بين ٠,٥–٣,٥ملجم/كجم مادة جافة بينما تحــوى حبوب القمح ٣٠٠–٦٠٠ميكرو جرام (٠,٣–٠,٦ملجم/كجم مادة جافة) وامتصاص النيكل ضئيل وبالتالى يصعب حدوث حالات تسمم منه .

## الفاناديم Vanadium (V)

لوحــظ عــند نقصه انخفاض الكفاءة التناسلية – كما تشير بعض الدراسات لأهميته بالنسبة للكتاكيت والفئران . وينشط الفاناديم سحب الجلوكوز من الدم حيث يخزن بالأنسجة (الانســجة الدهنــية) وهــو يــؤدى دور مشابه لهرمون الانسولين حيث يساعد فى اكسدة الجلوكوز .

واتضح أن تأثيره السام يكون من خلال تثبيطه لعديد من الانزيمات .

وتوضــح بعض المراجع ان اضافة الفاناديم من ٠,٠٣٠ إلى ٣ملجم/كجم مادة جافة من الغذاء وكان لها تأثير ايجابى على النمو .

وتعتبر بعض مساحيق الاسماك غنية بالفاناديم حيث تحوى ٢,٧ملجم فاناديم/١كجم مادة جافة وعند تناوله بتركيزات مرتفعة ٣٠ملجم/كجم يكون له تأثير سام حيث يرتفع معدل النفوق ويقل معدل النمو .

## القصدير Tin (Sn)

وقد لفت الانظار إليه التخوف من تأثيره السام حيث يستخدم فى عبوات الأغذية وفى الصناعة . وقد أشارت بعض التقارير إلى أن اضافته للعليقة إلى (العليقة المحضرة صناعياً وخالــية منه) له تأثير إيجابى على النمو وكان ذلك ١٩٧٠ ويوجد القصدير بصورة طبيعية فى الأغذية بتركيزات أقل من ١ملجم/١كجم مادة جافة .

ويوجد فى بعض نباتات المراعى بتركيزات ٠,٣–٠,٤ملجم/١كجم مادة جافة .

وامتصاص القصدير بطئ من خلال القناة الهضمية .

## الزرنيخ Arsenic (As)

اضافته إلى العلائق النقية المحضرة صناعياً أوضح أنه يحسن النمو للكتاكيت ويقلل من النفوق عند الولادة ويحسن من الوزن عند الميلاد .

وهــو ينتشر فى أنسجة الجسم وسوائله ولكنه يتركز فى الجلد ، الأظلاف ، الأظافر والشعر ونقصه يؤدى إلى خشونة الجلد – بطئ النمو .

وله تأثير سام واضح من أعراضه الاسهال – الرشح – القيئ – مغص شديد .

وبالاضافة إلى هذه العناصر المعدنية التى ثبت أن لها أهمية غذائية للحيوانات توجد عناصر سامة منها :- الزئبق – الرصاص – الالومنيوم – الانتيمون – الباريوم – الروبيديم – السيسزيم – الزركونيم .

الجدول التالى يوضح أقصى تركيزات لبعض العناصر المعدنية يمكن أن تتحملها الحيوانات :

| العنصر المعدنى | نوع الحيوان | | | |
|---|---|---|---|---|
| | الماشية | الاغنام | الدواجن | الارانب |
| الكالسيوم | ٢ | ٢ | ١,٢-٠,٤ | ٢ |
| الفوسفور | ١ | ٠,٦ | ١,٠٠٠,٨ | ١ |
| ماغنسيوم | ٠,٥ | ٠,٥ | ٠,٣ | ٠,٣ |
| بوتاسيوم | ٣ | ٣ | ٢ | ٣ |
| كلوريد الصوديوم | ٤-٩ | ٩ | ٢ | ٣ |
| الكبريت | ٠,٤ | ٠,٤ | – | – |
| الحديد | ١٠٠٠ | ٥٠٠ | ١٠٠٠ | ٥٠٠ |
| النحاس | ١٠٠ | ٢٥ | ٣٠٠ | ٢٠٠ |
| اليود | ٥٠ | ٥٠ | ٣٠٠ | – |
| الكوبلت | ١٠ | ١٠ | ١٠ | ١٠ |
| المنجنيز | ١٠٠٠ | ١٠٠٠ | ٢٠٠٠ | ٤٠٠ |
| موليبديم | ١٠ | ١٠ | ١٠٠ | ٥٠٠ |
| زنك | ٥٠٠ | ٣٠٠ | ١٠٠٠ | ٥٠٠ |
| سيلينيم | ٢ | ٢ | ٢ | ٢ |
| فلور | ٤٠-١٠٠ | ٦٠-١٥٠ | ١٥٠-٢٠٠ | ٤٠ |
| سيليكون | ٠,٢ | ٠,٢ | – | – |
| كلوريد الكروم | ١٠٠٠ | ١٠٠٠ | ١٠٠٠ | ١٠٠٠ |
| اكسيد الكروم | ٣٠٠٠ | ٣٠٠٠ | ٣٠٠٠ | ٣٠٠٠ |
| كادميوم | ٠,٥ | ٠,٥ | ٠,٥ | ٠,٥ |
| نيكل | ٥٠ | ٥٠ | ٣٠٠ | ٥٠ |
| فاناديم | ٥٠ | ٥٠ | ١٠ | ١٠ |
| زرنيخ غير عضوى | ٥٠ | ٥٠ | ٥٠ | ٥٠ |
| زرنيخ عضوى | ١٠٠ | ١٠٠ | ١٠٠ | ١٠٠٠ |
| قصدير | – | – | – | – |

الهضم بصفة عامة هو تحويل المركبات الغذائية المعقدة إلى صورة أبسط منها يمكن امتصاصها من تجويف القناة الهضمية إلى الأوعية الدموية المحيطة بالقناة الهضمية .

ويتم الهضم فى المجترات بعدة وسائل :-

أ- هضـــم ميكانيكى :- ويشمل قضم الغذاء بحركة القواطع من الأسنان وكذلك تحريك الشـــفتين واللسان لادخال الغذاء داخل تجويف الفم وكذلك تمزيق الأنسجة بواسطة الانـــياب ثـــم طحـــنها بواسطة الضروس وحركة اللسان لبلع الكتلة الغذائية وكذلك مجموعـــة الانقباضـــات والانباســـطات لعضلات جدر القناة الهضمية للمساعدة فى تحـــريك الكتلة الغذائية وخلطها باللعاب لترطيبها وكذلك خلطها بالعصارات الهاضمة تجزئتها لزيادة السطح المعرض للامتصاص من خلال احتكاكها بجدر القناة الهضمية وكذلـــك عملية الاجترار وما يحدث فيها من إعادة الكتلة الغذائية من تجويف الكرش والشـــبكية إلـــى القســـم لاعادة مضغها ثم ابتلاعها ثانياً ودفعها داخل الورقية وهى الجـــزء الثالـــث مـــن المعدة المركبة فى المجترات وما يحدث فيها من طحن للكتلة الغذائية لزيادة تنعيمها وتسهيل خلطها بالعصارات الهاضمة وزيادة السطح المعرض لنشاط الانزيمات التى تفرزها انسجة الحيوان العائل ثم انتقالها إلى باقى أجزاء القناة الهضـــمية وإخراج المواد الغير ممتصة والغير مهضومة فجميع هذه المراحل تتبع الهضم الميكانيكى .

ب- هضـــم ميكروبيولوجى :- وهو ما تقوم به الكائنات الحية الدقيقة بالكرش والشبكية والاعـــور والقولون من تخمرات بفعل انزيمات تفرزها تلك الكائنات الحية الدقيقة . ويعتـــبر الهضم الميكروبيولوجى فى المجترات أكثر كفاءة حيث تتواجد تلك الكائنات "المـــيكروبات" بالكرش والشبكية ونواتج تخمرها ونشاطها إما أن تمتص عبر جدار الكـــرش والشـــبكية أو عـــند مرور الكتلة الغذائية إلى الأمعاء الدقيقة وهى الجزء الأساســـى مـــن القناة الهضمية الذى تحدث فيه مراحل الامتصاص وبالتالى يستفيد الحيوان العائل (الحيوان المجتر) من تلك النواتج بينما فى حيوانات الفصيلة الخيلية والأرانـــب والحـــيوانات وحيدة المعدة فنواتج الهضم الميكروبى قد لا تجد الظروف المناســـبة لعمليات الامتصاص حيث تحدث تلك التخمرات فى الأعور أو القولون بعد عـــبور الكـــتلة الغذائـــية للأمعـــاء الدقـــيقة . هذا وإن كانت تحدث بعض عمليات الأمتصاص من الأمعاء الغليظة ولكن بدرجة أقل كفاءة من الأمعاء الدقيقة .

ت- هضـــم كيماوى :- وهو يتم بواسطة الانزيمات التى تفرزها أنسجة الحيوان المجتر ذاتـــه على طول القناة الهضمية بداية من الفم وحتى نهاية القناة الهضمية وتشمل

العصارات الهاضمة للأنفحة (الجزء الرابع من المعدة المركبة فى المجترات)- الاثنى عشـر العصـارة البنكرياسـية وتلـك الـتى تفـرز من الكبد وتختلط بالصفراء - والعصارات المعوية .

وبطبـيعة الحـال فـإن نواتج الهضم الكيماوى (ويتم بواسطة انزيمات تفرزها أنسجة الحيوان العائل) تختلف عن نواتج الهضم الميكروبى (ويتم بواسطة انزيمات تفرزها الكائنات الحـية الدقـيقة) وبالتالى فإن استفادة الحيوان من الغذاء بصفة عامة تعتمد على ما تم من عملـيات هضم ميكانيكية وميكروبية وكيماوية وكذلك على الجزء من القناة الهضمية الذى حدث فيه الهضم وكذلك على سرعة مرور الكتلة الغذائية خلال القناة الهضمية وزمن (مدة) تعرضـها لكل من عمليات الهضم السابقة لاتمام كل مرحلة وامتصاص نواتج تلك التفاعلات الانزيمية وهذه عوامل سنتحدث عنها فى حينها .

وكمـا سبقت الأشارة فإن الحيوان المجتر تتكون معدته من أربعة أجزاء لا يوجد بينهما فصـل كامل ولكنها متصلة ببعضها حيث تنتقل الكتلة الغذائية من جزء إلى آخر ولكل منهم وظـيفة واضـحة فـيما عدا الكرش والشبكية فما يحدث فى أحدهما يحدث فى الآخر فهما استمرار كل منهما للآخر ولا يختلفان سوى فى الحجم "السعة" وكذلك ترتيب الزوائد المبطنة للجـدار حيث تأخذ شكل سداسى الأضلاع كما فى خلايا النحل بينما تكون مستمرة ومنتشرة فى جدار الكرش .

الكرش Rumen – الشبكية Reticulum – الورقية Omasum – الأنفحة Abomasum .

ويشغل الكرش ومحتوياته ٨٠% من محتويات المعدة بينما تمثل محتويات الشبكية ٥% والورقية ٧% والأنفحة ٨% من محتويات المعدة .

ومعلـوم أن هذه الأحجام تختلف تبعاً لمراحل عمر الحيوان فالحيوان المجتر عند ولادته تمثل الأنفحة الجزء الأعظم من حيز المعدة لاعتماده فى غذائه على اللبن أساسا وهذا الغذاء لـيس بحاجـة أن يمـر على باقى أجزاء المعدة حيث أن نواتج هضم وامتصاصه بأنسجة الحيوان أفضل مما لو تعرض لعمليات تخمر ميكروبية قد تقلل من قيمته الغذائية . وبانتقال الحـيوان من الاعتماد فى غذائه على اللبن إلى الأغذية الأكثر صلابة والجافة نسبياً فيحدث تطـور فى نمو اجزاء المعدة المختلفة حتى تصل إلى الصورة الطبيعية السائدة فى الحيوان المجتر المعتمد تماماً فى غذائه على المواد الجافة .

ويجـب الإشارة هنا إلى أن الحيوان المجتر حديث العمر يمكنه الاحتفاظ بخاصية انتقال المـواد السائلة من نهاية المرئى إلى الأنفحة مباشرة (دور مرورها على الكرش والشبكية والورقـية) بواسطة زائدة عضلية يطلق عليها الميذاب المرئي Oesophageal groove حيث

عــند تنبــيهها برد فعل عصبى تكون مع جدار الجزء الظهرى من الكرش والشبكية أنبوبة تصــل بيــن نهايـــة المرئى والأنفحة مباشرة تنقل خلالها المواد السائلة وما يذاب فيها إلى الأنفحـــة مباشــرة دون تعرضها لعمليات هضم ميكروبى قد يكون لها أثر سلبى فى خفض قيمـــتها الغذائـــية . ويحتفظ الحيوان المجتر النامى بهذه الخاصية عند تقديم الغذاء له بين الحيــن والآخر فى صورة سائلة يتناوله من خلال حلمات صناعية أو شربة لهذا الغذاء فى صــوره سائلة من وعاء كشربة للماء . فعملية الرضاعة الصناعية أو شربة للغذاء السائل يساعد على التنبيه للاحتفاظ بهذه الخاصية .

وتفــرز الغــدد اللعابية بالماشية كميات هائلة من اللعاب تصل كميته إلى ١٥٠لتر يومياً بيــنما نجد هذه الكمية ١٠لتر يومياً فى الأغنام وهذا يساعد فى ترطيب الغذاء وبلعه ويجعل المـــادة الغذائـــية بالكــرش والشــبكية تحوى ٨٥-٩٣% ماء وبالتالى تكون المادة الجافة (الصــلبة) ٧-١٥% مما يوفر ظروفاً مناسباً لاختلاط الكتلة الغذائية بالكائنات الحية الدقيقة والمســاعدة فـــى انتشار نواتج التخمر الميكروبى . ويلاحظ تميز منطقتين بالكرش الأولى تنتشــر بهـــا الغـــازات وهى المنطقة الظهرية ونلاحظ بها الاذينات المنتشرة بجدار الكرش قصـــيرة باهـــتة اللون يلى تلك المنطقة وسط يحتوى على الكتلة الغذائية مختلطة بالسوائل فنلاحظ الطبقة السطحية منها حيث تطفوا فيها المواد المالئة قليلة الكثافة بينما فى المنطقة البطنـــية نجـــد المادة المركزة الناعمة عالية الكثافة وتساعد انقباضات وانبساطات عضلات جدار الكرش والشبكية فى خلط الكتلة الغذائية مع بعضها ومع الكائنات الحية الدقيقة كما أن ملامســـة تلـــك المـــواد الغذائـــية لجـــدار الكرش هو المنبة الأساسى فى تلك السلسلة من الانقباضات والانبساطات كما نلاحظ أن الاذينات الموجودة بجدار الكرش فى المنطقة البطنية طويلة وكبيرة الحجم وداكنة اللون تعبيراً عن مدى النشاط الميكروبى وتراكم بعض النواتج لعمليات التخمر والبقايا للكتلة الغذائية .

ويقضـــى الحـــيوان المجتر حوالى ٨ ساعات كتوسط عام فى عمليات الاجترار وذلك فى حالـــة الـــرعى وهى مساوية لتلك المدة التى يقوم بالرعى فيها ويؤثر فى ذلك طبيعة الغذاء ومحتواه من الألياف ونظام التغذية وكمتوسط عام يكون وزن الكتلة الغذائية التى ترتجع من الكـــرش إلى تجويف الفم حوالى ١٠٠جم ويعاد مضغها ٤٠-٥٠مرة قبل ابتلاعها ثانياً وقد تـــم تنعيمها جيداً وطحنها من خلال الاضراس وحركة الفكين واللسان مما يساعد فى خلطها بالانزيمات الهاضمة سواء كان مصدرها الكائنات الحية الدقيقة أو الأنسجة الحيوان المجتر ذاتـــه ومما يجب الاشارة إليه أن جدار كل من الكرش والشبكية والورقية لا تقوم بافراز أى عصارات هاضمة بينما يتم ذلك فى الأنفحة .

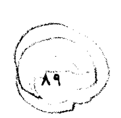
وكما سبق الذكر فإن الكرش والشبكية هما الحيز المناسب لنشاط الكائنات الحية الدقيقة والذى يتطلب نشاطها ظروف ملائمة شبه ثابتة وعند تغيرها يختل النشاط الميكروبى والذى تعتمد عليه المجترات فى اتمام عمليات الهضم .

**وهذه الظروف البيئية الواجب المحافظة عليها وعلى ثباتها هى :-**

١- ظـــروف لا هوائية :- فعند دخول وابتلاع الغذاء قد يدخل جزء من الهواء الجوى فســرعان ما يستهلك هذا الأكوجسين بواسطة بعض الفطريات والطحالب الموجودة فـــى بيــئة الكرش وكذلك يستهلك فى أكسدة الايدروجين الناتج من عمليات التخمر وتكوين جزيئات الماء أو يستهلك فى أكسدة نواتج وسطية أخرى . فظروف الكرش لا هوائــية ويساعد فى ذلك وجود غاز ثانى أكسيد الكربون بوفرة كناتج نهائى من نواتج تخمر الكربوهيدرات على وجه التحديد .

٢- درجة الحرارة لمحتويات الكرش والشبكية تقع فى مدى ٣٩-٤٠ ْم وهى المناسبة لنشاط الميكروبات ويساعد فى المحافظة عليها الحرارة المنبعثة من عمليات التخمر فهى تفاعلات انزيمية اما ينتج عنها حرارة أو تحتاج إلى طاقة لتنشيطها ويناسبها درجـــة حرارة ٣٩-٤٠ ْم وكذلك كميات اللعاب الهائلة التى تفرزها الغدد اللعابية فدرجة حرارتها مساوية لدرجة حرارة الجسم وهى فى المجترات ٣٨-٣٩ ْم وفى حالـــة ارتفاعهـــا يتـــناول الحـــيوان كميات من ماء الشرب لتتوازن درجة حرارة محـــتويات الكـــرش وتظل ثابتة ويؤثر فى ذلك أيضاً كمية الغذاء ونوعيته فإذا كان غنـــياً بالكربوهـــيدرات والبروتيـــنات القابلة للتخمر الميكروبى فينتج عنها حرارة بدرجات متفاوتة تتناسب مع مدى النشاط الميكروبى وتكون المحصلة النهائية هى المحافظة على درجة حرارة بيئية الكرش والشبكية .

٣- ثـــبات حموضة محتويات الكرش والشبكية عند رقم (PH)٥,٥-٦,٥ كمتوسط عام طول اليوم فقد يكون أعلى من ذلك ٧-٧,٥ عند تناول مادة خضراء بكميات كبيرة او مادة مالئة مما يساعد فى افراز كميات كبيرة من اللعاب وهو يحوى البيكربونات فـــيخفف من تأثير الأحماض الدهنية الطيارة (Volatile fatty acids VFA) الناتجة مـــن عمليات التخمر الميكروبى والتى تساعد فى جعل وسط بيئية الكرش والشبكية فى الاتجاه الحامضى كما يساعد فى تقليل التأثير الحامضى غاز النشادر "الامونيا ن يـــدم" والـــناتجة من نشاط ميكروبات الكرش فى تحلل بروتينات الغذاء وفى حالة زيـــادة الحموضة نلاحظ زيادة امتصاص نواتج التخمر من VFA عبر جدار الكرش



إلــى تــيار الــدم وتوقــف الحــيوان عــن تناول الغذاء فى حالة زيادة الحموضة (Acidosis) حيــث أن الحموضـــة الزائدة لا تتناسب ميكروبات الكرش فتتوقف عن النشــاط ويــتوقف الهضــم الميكروبى وتتجمع الكتلة الغذائية بالكرش حتى درجة الامتلاء القصوى فيتوقف الحيوان عن تناول الغذاء فتوجد عدة عوامل تتفاعل فيما بيــنها للمحافظــة على ثبات بيئة الكرش وجعلها مناسبة لنشاط ميكروبات الكرش والتى تعيش معيشة تكافلية مع الحيوان المجتر .

٤- المحافظــة علــى الضــغط الاســموزى لســوائل بيئة الكرش متوازناً مع الضغط الاســموزى لســوائل الجســم والدم وذلك من خلال حركة الماء بالانتشار البسيط للمحافظــة علــى تركيز الالكتروليتات والتوازن الحامضى والقاعدى لسوائل الجسم جمــيعه ففــى حالة زيادة الضغط الاسموزى يسعى الحيوان لشرب كمية زائدة من المــاء لمعادلــة هذه الزيادة وعند نقصه يسعى الحيوان للعق قوالب الملح المعدنى والــتى يجب توافرها أو يلعق الحيوان حوائط ومداود الحظيرة أو الأرضية لمعادلة الضغط الاسموزى .

٥- كمــا يحافظ الحيوان على درجة امتلاء الكرش والشبكية بالكتلة الغذائية بالموازنة بيــن كمية المادة الغذائية المتناولة فإذا كانت المادة الغذائية سهلة وسريعة الهضم يتناول الحيوان كميات أكبر عنه فى حالة كون المادة الغذائية غنية بالألياف تحتاج لوقــت أطول فى عمليات الهضم الميكروبى لكى تصبح فى صورة قابلة للمرور من الكــرش والشــبكية إلى الورقية وباقى أجزاء القناة الهضمية وهذا ما يطلق عليه التحكم فى سرعة مرور الكتلة الغذائية من الكرش والشبكية وهو فى المتوسط العام يــتراوح بيــن ٠,٠٢-٠,٠٨% /ساعة وسنتعرض لذلك بالتفصيل فيما بعد . فأى عوامــل تســاعد فى زيادة الكمية المأكولة من الغذاء (فزيادة الدهن بالغذاء وزيادة درجة تنعيم الغذاء وزيادة الرطوبة بالغذاء) تساعد فى سرعة خروج الكتلة الغذائية من الكرش بينما زيادة الألياف بالغذاء وزيادة حجم الكتلة الغذائية "عدم تقطيعها أو تنعــيمها" وزيــادة المــادة الجافة بالغذاء يزيد من استقرار الكتلة الغذائية بالكرش والشبكية ويقلل من كمية المادة المأكولة .

## الكائنات الحية الدقيقة Rumen microorganisms

تــتكون العشــيرة الميكروبــية بالكــرش مــن خلايا بكتيرية Bacteria وسوطيات Flagellates وفطريات Fungi وطحالب Algea وجميعها يتبع المملكة النباتية وكذلك كائنات

حيوانية وحيدة الخلية Protozoa بروتوزوا وسنتناول بإيجاز شديد الإشارة إلى بعض أنواع الخلايـــا البكـــترية وكذلـــك أنـــواع البروتوزوا نظراً لتواجدهما بإعداد أكبر من باقى أنواع الكائنات الحية الدقيقة فى الكرش والشبكية للحيوانات المجترة .

تـــتواجد الخلايا البكترية باعداد $1 \times 10^{9-10}$ لكل مل من محتويات الكرش وتختلف الاعـــداد تبعاً لنوع الحيوان المجتر ونوع الغذاء ومستوى التغذية والصورة التى يقدم عليها الغـــذاء ونظـــام التغذية ومعظمها لا يكون خلايا جرثومية ومنها ما هو سالب لصبغة جرام وبعضـــها موجـــب لصبغة جرام ولكى يتم التأكد من أن هذه الخلايا الميكروبية تسكن كرش الحيوانات المجترة لا بد من توفر عدة شروط :-

١- يمكن عزلها باعداد كبيرة من بيئة محتويات الكرش .

٢- يمكن تنميتها فى بيئة صناعية مماثلة لظروف بيئية الكرش .

٣- عـــند تنميتها فى بيئة صناعية "معملية" تكون نواتج تخمرها مماثلة لنواتج التخمر الميكروبى بالكرش .

**وهذه أمثلة لبعض أنواع الخلايا البكترية التى تسكن الكرش والشبكية للحيوانات المجترة :-**

| نواتج النشاط الميكروبي | المواد التى ينشط فى تخمرها | الكائن الحى |
|---|---|---|
| حمض اللاكتيك – الخليك – الفورميك | النشا – السكريات البسيطة | **Streptococcus bovis** |
| حمض الفورميك – الخليك – السكسنيك | النشا – البكتين | **Bacteroides amylophilus** |
| حمض الفورميك – الخليك–بروبيونيك–سكسنيك–ك أ ٢ | النشا– الزيلوز–البكتين | **Bacteroides ruminicola** |
| الخليك– سكسنيك–ك أ ٢ | النشا–الدكسترين | **Succinimonas amylolytica** |
| الخليك– بروبيونيك– ك أ ٢ – ايدروجين | النشا–سكريات ذائبة–حمض اللاكتيك | **Selenomonas ruminantium** |
| حمض الفورميك – الخليك–سكسنيك–ك أ ٢ | السيليلوز – الاميلوز | **Bacteroides succinogenes** |
| حمض الفورميك – الخليك–كحول ايثانول–ك أ ٢ – ايدروجين | السيليلوز – الزيلان | **Ruminococcus albus** |
| حمض الفورميك – الخليك – السكسنيك–ك أ ٢ – ايدروجين | السيليلوز – الزيلان | **Ruminococcus flavefaciens** |
| حمض الفورميك – الخليك – اللاكتيك–بيوتريك– كحول ايثانول–ك أ ٢ – ايدروجين | السيليلوز– الزيلان | **Butyrivibrio fibrisolvens** |
| حمض الفورميك – الخليك– بيوتريك– كحول ايثانول–ك أ ٢ – ايدروجين | السيليلوز | **Clostridium lockheadii** |

**ومن الخلايا البكترية المحللة للبروتينات :-**

**Butyrivibrio fibrisolvens - Clostridium lockheadii - Streptococcus bovis - Bacteroides amylophilus - Bacteroides ruminicola - Succinimonas amylolytica .**

ونواتج تحلل البروتينات هي الامونيا – الاحماض العضوية – الاحماض الامينية – الاحماض الدهنية المتشعبة .

**ومن الخلايا البكترية المحللة للدهون والجلسريدات :-**

**Brevibacter methano ruminantium – Methanosarcina barkeri**

ويلزم لتكوين الميثان وجود حامض الفوليك وكذلك فيتامين ب ،، (السيانوكوبلامين) .

ويجــب الاشـــارة إلـــى أن كل من حمض السكسنيك ، حمض اللاكتيك ليست نواتج نهائــية بــل تستخدمها خلايا بكترية أخرى ليكون الناتج حمض خليك ، بروبيونيك – ك أ ٢ وهم نواتج نهائية لتخمر الكربوهيدرات بالكرش .

وفيما يتعلق بخلايا البروتوزوا Protozoa فنجد تركيزها بمحتويات الكرش ١×١٠[٦] لكــل مل من محتويات الكرش والتى تمثل ١٥% من وزن الحيوان الحي كمتوسط عام فهى أقــل عدداً من الخلايا البكترية ولكنها أكبر حجماً وبالتالى فإن الكتلة الميكروبية من كل من البكتريا والبروتوزوا تكاد تتساويان.

**وتقسم خلايا البروتوزوا إلى قسمين من انواع الخلايا :-**

الأول : ونجــد الأهداب موزعة على طول سطح الجسم ويسمى (Holotichs) Isotrichidea وهذه الخلايا نجدها بيضاوية الشكل مغطاه بالأهداب وهذه بدورها تنقسم إلى نوعين

Isotricha وهى تميل للاستدارة

Dasytricha وهى تميل للاستطالة

وكل منهما لا يبتلع جزئياً الغذاء ولا تحللان السيليلوز ولكنها تتواجد بنسبة أعلى فى حالة تغذية الحيوانات على الحشائش والمراعى الخضراء وتعتمد اساسا على سكريات عديدة الفركتوز (Fractans) .

الثانى : ويطلق عليه (Oligotrichs) Ophryoscolecidea وتتميز بأن الأهداب محدودة العدد ومتجمعة فى منطقة الفم وتضم هذه المجموعة عديد من أنواع خلايا البروتوزوا تختلف فى الحجــم والشكل وهى قادرة على ابتلاع جزئيات الغذاء وبعضها يمتلك نشاط انزيم السليوليز كمــا أنهــا قــادرة على التهام الخلايا البكترية وهذه الخاصية لها اثر هام فى توازن افراد العشــيرة الميكروبــية بالكــرش ووقف نشاطها الزائد فى تخمر النشا والسكريات البسيطة وبالتالى الحد من انتاج الاحماض الدهنية الطيارة وبالتالى وقف التأثير الحامضى وجعل بيئة الكــرش اكــثر توازناً من حيث سرعة التخمر الميكروبى وكذلك تراكم نواتج التخمر كما أن بروتين خلايا البروتوزوا له قيمة بيولوجية اكبر من قيمة بروتين الخلايا البكترية . ويوضح الجــدول الــتالى مقارنة بين بروتين كل من الخلايا البكترية وخلايا البروتوزوا على اساس الــوزن الجاف تماما والخالى من السكريات المعقدة التى تتباين نسبتها من ٥-٤٠% على اساس الوزن الجاف :-

| المكون % | خلايا البروتوزوا | الخلايا البكترية |
|---|---|---|
| البروتين | ٤٥ | ٢٧ |
| الاحماض النووية | ٩ | ٨ |
| الدهون | ١٠ | ١٦ |
| الجدر الخلوية | ٦ | ١٦ |
| الجزئيات الصغيرة | ١٦ | ١٥ |
| الرماد | ١٤ | ١٨ |
| | %١٠٠ | %١٠٠ |

**وهذه المجموعة من خلايا البروتوزوا تشمل الأنواع التالية :-**

**Entodinium Diplodinium Epidinium Ostrachadinium**
**Eudiplodinium Metadinium Polyplastron Ophryoscolex**

وكمـــا سبق الذكر فهى تختلف فى الحجم والشكل والنشاط والاعداد التى تتواجد بها ويؤثــر فى ذلك نوع الغذاء ونظام التغذية والصورة التى يقدم عليها الغذاء وكذلك المنطقة الجغرافــية حيث تؤثر فى انواع تلك الخلايا من خلال تأثيرها على مكونات الغذاء كما توجد علاقـــات توافــق وتضاد بين خلايا تلك الأنواع المختلفة وبعضها وكذلك بينها وبين الخلايا البكترية .

وهــناك دراســات كثــيرة تشير بأن نمو الحيوان المجتر وانتاجه وكفاءة التحويل الغذائــى تكــون متساوية سواء فى وجود تلك الخلايا للبروتوزوا أو عدم وجودها وأن لها تأثير سلبى فى التهام بعض الخلايا البكترية بينما هناك دراسات أخرى وهى التى نميل إليها وهــى أن معــدلات نمو الحيوانات كانت أفضل فى حالة وجود البروتوزوا بكرش الحيوانات المجترة عنه فى حالة غيابها عن بيئة الكرش . وخلايا البروتوزوا أكثر حساسية من الخلايا البكــترية لتأثــير الوســط الحامضى فبزيادة المادة المركزة بالغذاء وزيادة انتاج الاحماض الدهنية الطيارة تزداد حموضة بيئة الكرش وهذا يعتبر كافياً للقضاء على الخلايا للبروتوزوا بينما الخلايا البكترية اكثر مقاومة .

ويمكــن تنمــية بعض الحيوانات المجترة بحيث تكون خالية من الخلايا الميكروبية بصفة عامة وذلك بعزلها عن امهاتها مباشرة بعد الولادة وتغذيتها على غذاء معقم خالى من ايــة ميكروبات وتسمى تلك الأفراد Genotobiotic . وللاغراض البحثية يمكن زراعة انواع ميكروبــية بعينها فى معدة هذه الحيوانات لدراسة نشاطها ونواتج تخمرها وأثرها على نمو الحيوان وتسمى الكتلة البكترية بــFlora بينما تسمى كتلة خلايا البروتوزوا Fauna ويمثل بروتين البروتوزوا ٢٥% من البروتين الذى يحصل عليه الحيوان المجتر ويهضمه .

تتكون العشيرة الميكروبية بصورة طبيعية فى كرش الحيوانات المجترة بعد ٦-٨ أسابيع من ولادتها حيث تنتقل من ملامستها لامهاتها ولعق امهاتها لها .

وتمثل الكتلة الميكروبية التى تخلق بالكرش حوالى ٢٠% من العناصر الغذائية الممتصة بواسطة الحيوان العائل . وتركيب تلك الكتلة الميكروبية شبه ثابت حيث تحوى ١٠٠جم نيتروجين/١كجم مادة جافة من الكتلة الميكروبية أى أن نسبة البروتين الخام ٦٢,٥% من الكتلة الميكروبية كمتوسط عام ٧٥-٨٠% منها أحماض امينية بينما ٢٠-٢٥ % أحماض نووية لا يستطيع الحيوان المجتر الاستفادة منها كما أن بعضها عبارة عن ببتيدات مرتبطة بجزء كربوهيدراتى وتسمى Peptidoglycane وتوجد فى جدر الخلايا الميكروبية ولا يستفيد منها الحيوان المجتر .

## هضم الكربوهيدرات فى المجترات
## Carbohydrate digestion in ruminants

والمقصود به هضم الكربوهيدرات فى الكرش والشبكية فهو بداية هضم ميكروبيولوجى ويتم على مرحلتين . المرحلة الأولى وتتم خارج الخلايا الميكروبية بانزيمات تفرزها الخلايا الميكروبية وفيها يتم تحول السيليولوز إلى جلوكوز-١- فوسفات .

$$\text{Cellulose} \xrightarrow{\text{B1-4glucosidase}} \text{Cellobiose} \xrightarrow[\text{cellobiase}]{\text{phosphorylase}} \text{glucose -1-phosphate}$$

وكذلك تحول النشا إلى جلوكوز -٦- فوسفات

$$\text{Starch} \xrightarrow{\text{Amylases}} \text{Maltose + isomaltose} \longrightarrow \text{glucose -6-phosphate}$$

Maltose phosphorylases
α 1-6 glucosidase
α 1-4 glucosidase

والمرحلة الثانية وتتم داخل خلايا الميكروبات حيث سريعا ما تدخل النواتج للمرحلة الأولى إلى داخل الخلايا وتفرز عليها انزيمات داخلية لتتحول إلى النواتج النهائية لهضم الكربوهيدرات وهى الأحماض الدهنية الطيارة (VFA) وتشمل اساسا حمض الخليك ، حمض البروبيونيك ، حمض البيوتريك بالإضافة إلى ك أ ٢ ، ايدروجين ، ك أ٢ بجانب خلايا ميكروبية جديدة كما تنبعث طاقة هي الطاقة الناتجة عن التخمر وهى فى حدود ٦% من طاقة المادة العضوية المتخمرة .

وكمية الأحماض الدهنية الطيارة المنتجة يومياً فى المتوسط ٤كجم ومعظمها يمتص عبر جدار الكرش إلى الدورة الدموية حيث تمثل ٧٥% من الطاقة اللازمة للمحافظة على حياه الحيوان كما أن جزء منها تستهلكه الميكروبات لتكوين خلايا ميكروبية جديدة وكمصدر

للطاقـــة لتلك الخلايا . وتتراوح تركيزات الأحماض الدهنية بالكرش فى مدى ٢-١٥جم/لتر من محتويات سائل الكرش وهذا يتوقف على عدة عوامل :-

١- نوع الغذاء ومكوناته .

٢- كمية الغذاء .

٣- نظام التغذية .

٤- نشاط الكائنات الحية الدقيقة ومدى استهلاكها لتلك الاحماض الدهنية .

٥- سرعة امتصاص تلك الاحماض عبر جدار الكرش .

٦- مدى تخفيف بيئة الكرش من خلال شرب كميات كبيرة من الماء .

٧- موعـد سـحب عينة محتويات الكرش للتقدير (قبل التغذية أم بعد التغذية بعدد مختلف من الساعات) .

٨- نوع الحيوان حيث تختلف الماشية عن الأغنام .

وغالـباً مـا تكـون % لحـامض الخلـيك (ك يد$_{٣}$-ك$^{١١أ}$-أيد)أعلى من تركيز باقى الأحمـاض الدهنـية الطيارة حيث تتراواح نسبته بين ٤٥-٧٠% بينما يكون تركيز حمض البروبيونـيك (ك يـد$_{٣}$-ك يـد$_{٢}$- ك$^{١١أ}$-أيد) يتراوح بين ٢٢-٥٠% ويكون تركيز حمض البيوتريك (ك يد$_{٣}$-(ك يد$_{٢}$)$_{٢}$- ك$^{١١أ}$-أيد) يتراوح بين ٥-١٠% وتختلف نسب هذه الأحماض تبعاً لنوع العليقة فالمادة المالئة المرتفعة فى نسبة الألياف تحفز زيادة نسبة حمض الخليك والـذى بـدوره يحفـز تكوين دهن اللبن بينما المادة المركزة المنخفضة فى نسبة الألياف والمـرتفعة فـى نسـبة الكربوهيدرات الذائبة فتحفز زيادة نسبة حمض البروبيونيك والذى بدوره يحفز زيادة تكوين دهن بجسم الحيوان وهذا ما يحدث فى حيوانات التسمين . وتجب الاشـارة أن زيادة انتاج حامض الخليك يتبعه زيادة تكوين غاز الميثان (ك يد$_{٤}$) وهو يعتبر فقد فى طاقة الغذاء وبالتالى فتكون كفاءة الاستفادة من طاقة الغذاء أقل منه فى حالة انتاج حامض البروبيونيك حيث تكون كفاءة الاستفادة من طاقة الغذاء أفضل .

وإذا كانـت نواتج هضم الكربوهيدرات فى المجترات هي الأحماض الدهنية ، ك أ$_{٢}$ ، ك يد$_{٤}$ بينما نواتج هضم الكربوهيدرات فيما بعد الكرش والشبكية أى فى المعدة والأمعاء هي السكريات البسيطة سريعة الامتصاص وبالتالى تكون كفاءة الاستفادة من طاقة الغذاء أفضل عنه فى حالة هضمها فى الكرش والشبكية .

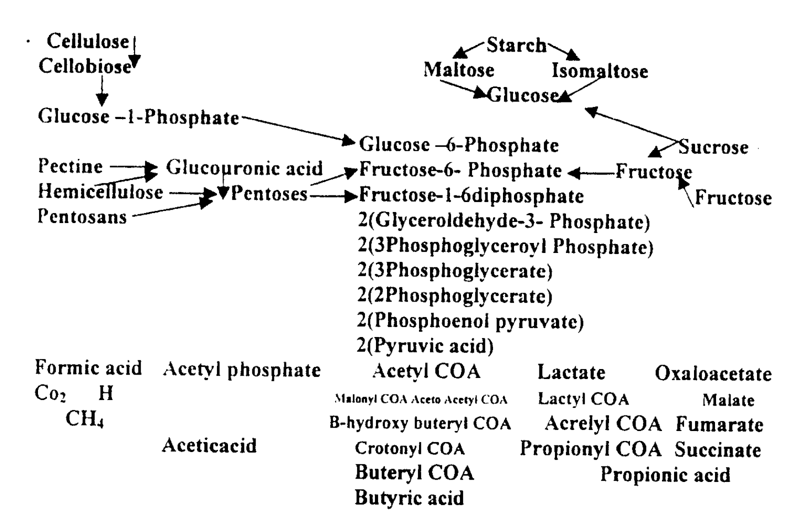
وكمية غاز الميثان الناتجة تتناسب مع كمية الكربوهيدرات المهضومة (السليلوز - الهيموسـليلوز - السـكريات الذائبة - النشا) وكمتوسط عام فإنه ينتج عن كل ١٠٠جرام كربوهيدرات مهضومة بالكرش ٤,٥جرام غاز الميثان .

والغــازات بالكــرش تشمل ك أ٢ ويمثل ٤٥-٥٥% ، ك يد٤ ٣٠-٤٠% ، ن ٧%، ايدروجين (يد) ٥% ،أ٢ والذى يتواجد بالكرش اساسا اثناء دخول الغذاء إلى تجويف الفم . ومعــدل انتاج الغازات من تخمرات الكرش تكون فى أعلى معدلاتها بعد التغذية مباشرة فقد يصــل المعــدل إلى ٣٠لتر/ساعة وعند اعتراض تلك الكمية من الغازات عن الخروج خارج الجســم ســواء مــن خلال فتحة الفم من خلال عملية التجشئ أو من نهاية القناة الهضمية فتــتجمع هــذه الغــازات داخل الكرش والذى بدوره يضغط على الحجاب الحاجز والتجويف الصــدرى ويعيق عملية التنفس بما يؤدى إلى نفوق الحيوان . وتسمى هذه الظاهرة بالنفاخ Bloat . وتحــدث نتــيجة احتــباس هذه الغازات بداخل رغوة (فقاعات – يحيط بها غشاء بروتيــنى رقــيق) ويمكن إذابة هذا الغشاء بتجريع الحيوانات بأحد الزيوت النباتية أو رش المــادة الغذائــية أو المرعى بأحد الزيوت النباتية . ويساعد فى تكوين هذه الرغوة اعتماد الحــيوان فــى غذائه على نباتات المرعى حديثة العمر وكذلك وجودها مبللة من اثر الندى وزيادة الرطوبة الجوية أو حدوث بعض التعفنات فى النباتات الخضراء الطازجة المكدسة ولا توجد مساحات لتهويتها . كما أن اعتماد الحيوان فى غذائه على المادة المركزة بنسبة عالية يســاعد فى حدوث هذه الحالات كما هو الحال بالنسبة لحيوانات اللحم المسمنة . كما توجد عوامــل عديــدة أخرى متعلقة بالحيوان ونظام التغذية وطبيعة المرعى . ومن مصادر تلك الغازات أيضاً تفاعل البيكربونات باللعاب مع الأحماض العضوية بالكرش وينتج عنها غاز ك أ٢ والذى يتحد بالايدروجين الناتج من عمليات التخمر الميكروبية .

$$Co_2 + 8H \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$$

وانــتاج غاز الميثان وإن كان يعتبر مصدراً للفقد فى طاقة الغذاء فى صورة غازات تخــرج من الجسم إلا أنه يعتبر أيضاً وسيلة لسحب ايونات الايدروجين الناتجة من عمليات الــتخمر الميكروبى والتى فى حالة عدم التخلص منها تؤدى إلى زيادة حموضة بيئة الكرش بمــا يؤثــر فى نشاط تلك الميكروبات ويتوقف الحيوان عن تناول الغذاء وهذا بطبيعة الحال يؤثر فى انتاجية الحيوان .

والشكل التوضيحي التالي يبين خط سير نواتج التخمر الميكروبي للكربوهيدرات :-




## هضم البروتين في المجترات

**Protein digestion in ruminants**

استفادة الحيوانات المجترة من البروتين لا تتوقف لحد كبير على محتوى ونوعية الغذاء مـــن البروتيـــن حيـــث هناك مصدر آخر للبروتين يصل إلى المعدة ومنها إلى الأمعاء وهو البروتين الميكروبى الذى تخلقه الكائنات الحية الدقيقة وهو يكاد يكون محتواه من الأحماض الأمينـــية شبه ثابت ومعامل هضمه فى حدود ٨٠-٧٥% كما أن له قيمة بيولوجية تقدر بـــ ٧٥% كمتوســـط عـــام . فتقوم الكائنات الحية الدقيقة بتحليل البروتين القابل للتحلل ويكون الـــناتج هـــو الببتـــيدات العديـــدة – الببتيدات – الأحماض الأمينية – الأحماض العضوية – الأحمـــاض الدهنية المتشعبة – الأمونيا . هذا إذا كان بروتين الغذاء قابلا للتحلل الميكروبى بدايةوكذلك توفر مصدر للطاقة القابلة للتخمر تستفيد منها الكائنات الحية فى نشاطها وكذلك ٣٠جـــم نيتروجين لكل كيلو جرام مادة عضوية قابلة للتخمر وهناك عدة عوامل تحدد نشاط تلك الميكروبات فى تحلل البروتين وهى :-

١- مدى التأثير القلوى لبيئة الكرش فبزيادة هذا التأثير يقل نشاط الميكروبات فى تحلل البروتين حيث يرتفع تركيز الامونيا ببيئة الكرش .

٢- توفــر الاحماض الدهنية المتشعبة والتى تعتبر عوامل نمو للميكروبات وخاصة تلك المحللة للسيلولوز . وهذه الأحماض ناتجة أكسدة الأحماض الأمينية ونزع مجاميع الأمين :

فالحامض الامينى برولين Proline ينتج منه حامض الفالريك Valeric

فالحامض الامينى الفالين Valine ينتج منه حامض ايزوبيوتريك Isobutyric

فالحامض الامينى الليوسينLeucineينتج منه حامض ميثيل بيوتريك 2methyl butyric

فالحامض الامينى الايزوليوسينIsoleucineينتج منه حامض ميثيل بيوتريك 3methyl butyric

٣- توفــر حد ادنى من الامونيا بسائل الكرش وقدره ٥ ملجم أمونيا/١٠٠مل من سائل الكرش فاى تركيز أقل من ذلك يقلل من نشاط الكائنات الحية الدقيقة بالكرش كما أن الحــد الأقصى هو كمتوسط ٣٠ملجم أمونيا /١٠٠مل سائل الكرش فإن زاد التركيز عن ذلك يقل نشاط تلك الميكروبات .

٤- تعتبر اليوريا ايضاً من عوامل النمو الضرورية لنشاط ميكروبات الكرش .

٥- وجود التانينات وهى مثبطة لفعل الميكروبات بالكرش .

وفى حالة احتواء الغذاء على بروتين له قيمة بيولوجية مرتفعة أكثر من ٨٠% فإنه يتحول فى الكرش إلى بروتين ميكروبى له قيمة بيولوجية ٧٥% وبالتاىيكون للميكروبات بالكرش أثر سلبى لاستفادة الحيوان من بروتينات الغذاء . بينما فى حالة احتواء الغذاء على بروتين لــه قــيمة بيولوجــية أقــل من ٧٥% فإنه يتحول بالكرش إلى بروتين ميكروبى له قيمة بيولوجــية ٧٥% ويكــون للمــيكروبات هنا أثر إيجابى وذلك تبعاً لنوعية البروتين بالغذاء ومــدى تحلــله . كما أن احتواء الغذاء على مواد نيتروجينية غير بروتينية مثل (اليوريا- البيوريــت-نــترات....) فالمــيكروبات تحولها إلى بروتين ميكروبى وهذا تحول إيجابى . وينصح للاستفادة المثلى من تلك المواد الآزوتية الغير بروتينية بما يلى :-

١- عدم زيادة تركيزها عن ٣٠% من نيتروجين الغذاء .

٢- أن تقدم للحيوان بالتدريج ولفترات طويلة ١٠-١٥ يوماً .

٣- ألا تقدم للحيوان وهو جائع .

٤- أن يتم خلطها بباقى مكونات الغذاء جيداً .

٥- أن يقدم الغذاء المحتوى على تلك المواد الآزوتية غير البروتينية على عدة دفعات .

٦- أن يــتوفر بــالغذاء مصــدر للكربوهــيدرات القابل للتحلل لكى يوفر مصدر للطاقة تستخدمها الميكروبات فى تكوين البروتين الميكروبى .

كمـــا أنـــه فـــى حالـــة احـــتواء الغذاء على بروتين عالى القيمة الحيوية عن البروتين الميكروبى فيجب حمايته من فعل الميكروبات وتكسيرها له من خلال :-

١- معاملـــة تلك البروتين أو المصدر البروتينى بالحرارة لفترة وجيزة مما يحوله إلى صورة غير قابلة للتحلل الميكروبى .

٢- تقديم هذا المصدر البروتينى أو الغذاء فى صورة سائلة يتناولها الحيوان من خلال اناء كما هو الحال الرضاعة مما ينبه الميذاب المريئ فيمر الغذاء مباشرة من نهاية المريئ إلى الورقية والأنفحة دون المرور بالكرش والشبكية . كما أن وجود الغذاء فى صورة سائلة اساسا يقلل من فترة بقاءه بالكرش والشبكية .

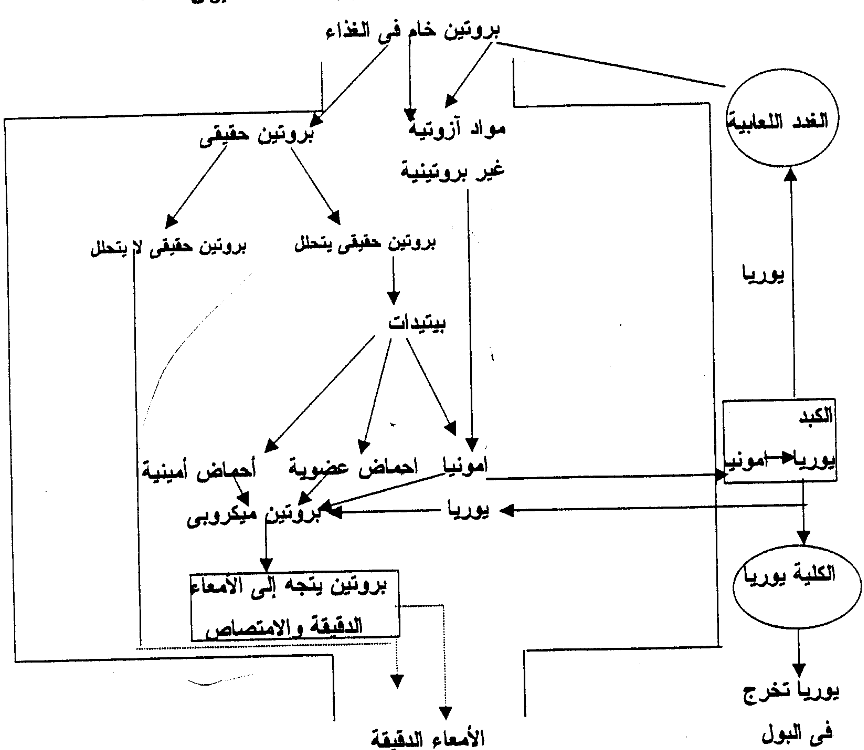
٣- معاملـــة كيماوية بالفورمالدهيد ٠,٨-١,٢% للبروتين عالى القيمة الحيوية يحميه من فعل الميكروبات بالكرش .

٤- احاطـــة هـــذا البروتيـــن بطبقة جيلاتين لا تذوب فى وسط الكرش بينما تذوب فى الوسط شديد الحموضة بالأنفحة يحمى البروتين من تأثير ميكروبات الكرش .

كمـــا أن بعـــض بروتينات الغذاء تقاوم بذاتها فعل تلك الكائنات الحية الدقيقة فهى تمر بالكرش والشبكية دون أن تتأثر بفعل تلك الميكروبات وتسمى البروتينات الغير قابلة للتحلل المـــيكروبى Undegradable proteins وهـــذه يـــتم هضـــمها بفعـــل العصارات الهاضمة والانـــزيمات الـــتى يفرزها الحيوان المجتر ويكون ناتج هضمها هو الأحماض الأمينية حيث تمتص مباشرة إلى الأوعية الدموية المحيطة بالأمعاء .

بيـــنما فـــى حالـــة بروتينات الغذاء القابلة للتحلل Degradable proteins فيكون الناتج النهائىلنشـــاط تلـــك المـــيكروبات علـــى البروتينات هو البروتين الميكروبى - الامونيا - الاحمـــاض العضـــوية وفى حالة عدم القدرة على الاستفادة من الامونيا الناتجة فإنها تتجمع بالكرش مما يجعل الوسط قلوياً وتنتقل إلى الدم حيث يحولها إلى يوريا بالكبد فهى أقل سمية من الأمونيا ويستفيد الجسم من هذه اليوريا أما باعادتها ثانياً للكرش من خلال جدار الكرش أو من خلال الغدد اللعابية حيث تختلط باللعاب أو يتخلص منها عن طريق الكلية إلى البول . فـــزيادة تركـــيزات الامونيا ببيئة الكرش لا يعتبر عاملاً ايجابياً فإى زيادة من الأمونيا فهى ســـامة وكذلك لا يستفاد منها حيث تفقد فى البول فى صورة يوريا . كما أن زيادتها بسائل الكرش يعتبر دليلاً على نقص الكربوهيدرات القابلة للتخمر الميكروبى أو تكون سرعة تكون الامونيا وانطلاقها أكثر من معدل تحلل المصدر الكربوهيدراتى بالغذاء مما يقلل من الاستفادة من عناصر الغذاء .

وتوضح خطوط سير عمليات تحلل البروتين بالكرش كيفية استفادة الحيوان منه :-

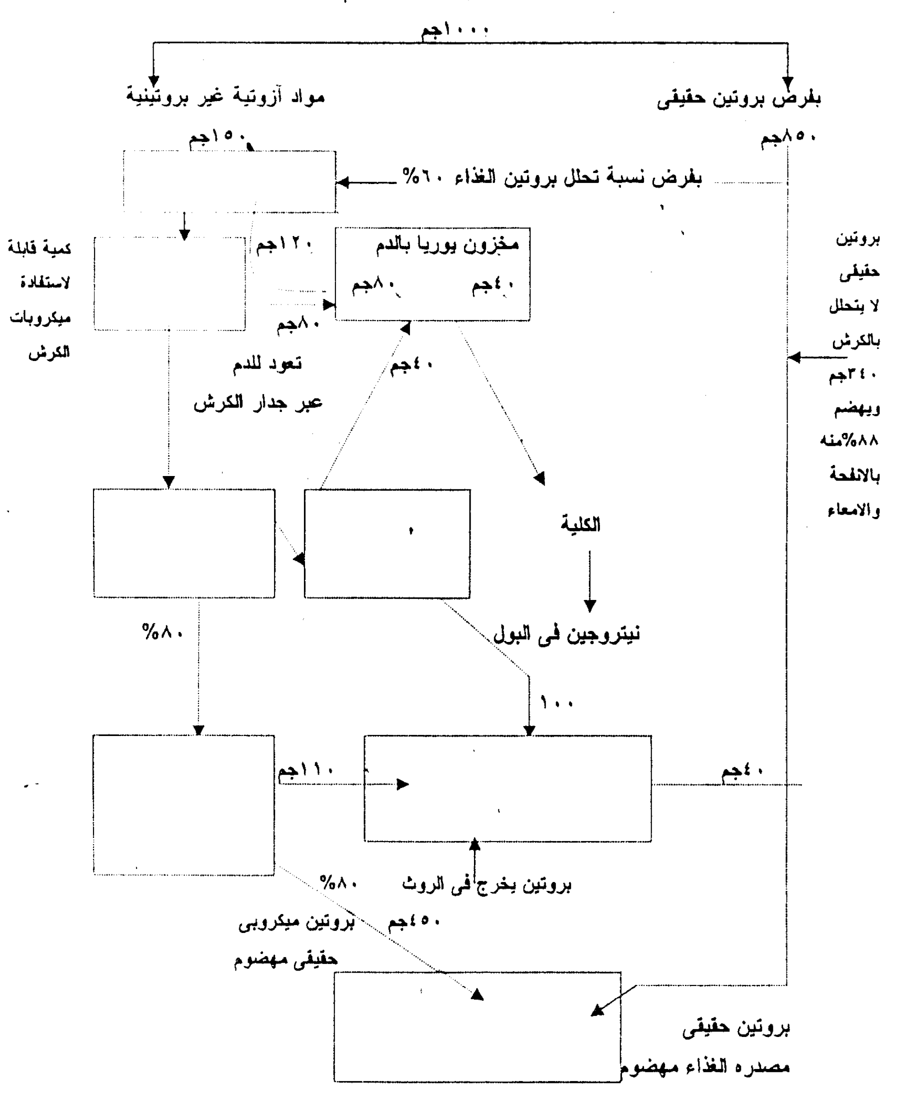



وتوضـــح هـــذه التحولات التى تحدث لبروتين الغذاء الخام أن ما يصل إلى الأمعاء لاســتكمال عملــيات الهضــم والامتصاص هو البروتين الميكروبى والذى يختلف كلية عن بروتين الغذاء وجزء من بروتين الغذاء الذى لا يتحلل بفعل ميكروبات الكرش والشبكية .

وفـــى غالــب الحـــالات يمثل البروتين الميكروبى الجزء الأعظم من البروتين الذى يتم هضـــمه وامتصاصـــه بواسطة أنسجة الحيوان المجتر . ويجب التأكيد على أن اليوريا التى تفقد فى البول هي فقد وعبئ على أنسجة الكلية . أما الجزء من اليوريا الذى يرتجع سواء إلى الغدد اللعابية ومنه إلى الكرش أو التى تمر عبر جدار الكرش فهذه إعادة استخدام ولها تأثير ايجابى فى استفادة الحيوان من بروتين الغذاء .

ويوضـــح مـــا يلى خط سير عمليات تحول بروتين الغذاء وتكوين البروتين الممثل وهو الذى يستفاد منه حقيقة فى أنسجة الحيوان .

بفرض أن بروتين الغذاء الخام

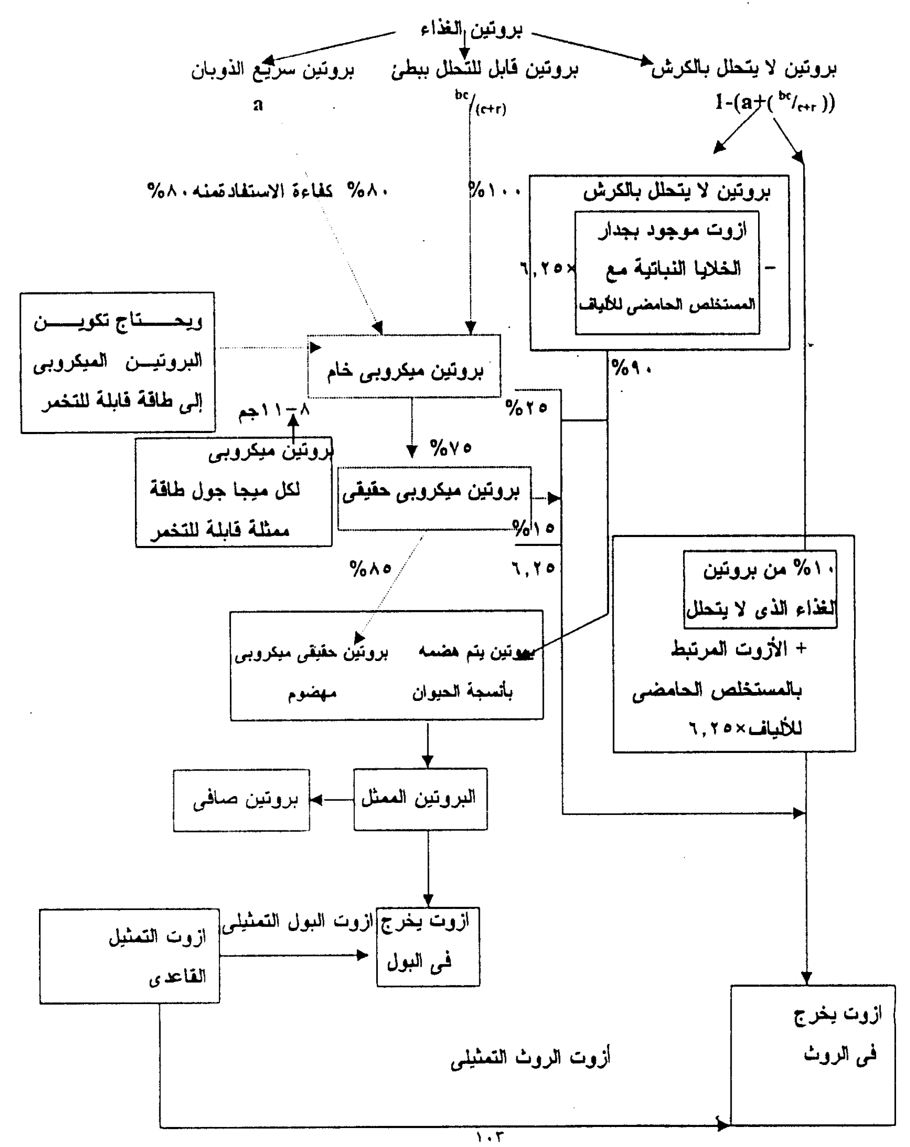



بروتين يمتص إلى مجرى الدم ويسمى

بالبروتين الممثل حيث يدخل عمليات التمثيل الغذائى

فالبروتيـــن الممـــثل و الـــذى يستفيد منه الحيوان و يدخل في عمليات التمثيل الغذائى مصدره البروتين الميكروبى المهضوم و الممتص و يمثل ٦٠% من البروتين الممثل و كذلك بروتيـــن الغذاء الذى يهضم بواسطة العصارات الهاضمة التى تفرزها انسجة الحيوان حيث يقـــاوم نشاط الميكروبات و يمثل كمتوسط علم ٤٠% من البروتين الممثل . بينما البروتين المهضوم و هو عبارة عن البروتين الخام المأكول فى الغذاء ١٠٠٠جم يخصم من البر وتين الخام المخرج فى الروث ٢٥٠جم و بالتالى يكون البروتين المهضوم١٠٠٠-٢٥٠=٧٥٠جم دون تميـــيز بيـــن مـــا مصـــدره بروتيـــن الغـــذاء و نسبته اقل من البروتين الذى مصدره الميكروبات . فالاعتماد فقط على البروتين المهضوم فى تقيم الغذاء يكون غير دقيق .

و يوضح ما يلى مراحل الاستفادة والتحولات التى تحدث لبروتين الغذاء بالكرش وتكوين البروتيـن الممـثل و كذلك البروتين الصافى الذى يدخل فى جسم الحيوان او فى المنتجات البروتين للحيوان .



## هضم الدهون فى المجترات

تفرز الخلايا البكترية انزيمات Bacterial lipases والتى تقوم بتحليل الدهن وفصل الشق الكحولـــى وهـــو الجليسرول عن الأحماض الدهنية .وتقوم الخلايا الميكروبية أيضا بإدخال ذرات الأيدروجيـــن في الروابط المزدوجة Hydrogenation وتتحول الأحماض الدهنية إلى احمـــاض مشبعة ويلزم للقيام بعملية التشبع بالأيدروجين تحويل التوزيع الفراغى للحامض الدهنى من الصورة Cis إلى الصورة التبادلية Trans ك$_{١}$=ك$^{١}$ ك$_{١}$=ك$^{١}$ .

وتقـــوم الخلايا الميكروبية أيضاً بتخليق أحماض دهنية خاصة بها تتميز بطول السلسلة الكربونية ذات عدد فردى من ذرات الكربون وكذلك كونها متشبعة بخلاف الأحماض الدهنية السائدة بالغذاء والتى تتكون من عدد زوجى من ذرات الكربون وغير متفرعة .

وتســـاعد الفوسفوليبيدات فى تكوين حبيبات الدهن Micelles وكذلك فى امتصاصها عبر جدر الأمعاء الدقيقة إلى مجرى الدم .

وإذا احـــتوى الغذاء على كميات الدهن أكثر من ١٠% من المادة الجافة بالغذاء فنلاحظ آثـــار ســـلبية حيـــث تحيط بجزئيات الغذاء وتعوق وصول الانزيمات الهاضمة لها وبالتالى يتوقف هضم الألياف على وجه التحديد وكذلك البروتين كما أن زيادة كمية الدهن تسرع من سرعة مرور الكتلة الغذائية خارج الكرش وبالتالى ينخفض الهضم الميكروبى وتقل استفادة الحيوان من الغذاء .

وفـــى حالة ضرورة زيادة مستوى الطاقة بالغذاء من خلال اضافة الدهن فيفضل أن ذلك الدهن لا يتأثر.ولا يؤثر فيما يحدث بالكرش (Protected fat) وذلك بجعله فى صورة املاح الكالسيوم أو فى صورة سائلة يتناولها الحيوان من خلال حلمات أو اناء للشرب أو وضعها داخـــل كبسولة أو محاطة بمادة جيلاتينية لا تذوب فى الكرش بينما تذوب فى الوسط شديد الحموضـــة بالمعدة وذلك لتفادى الأثر السلبى للدهن على الهضم والكمية المأكولة واستفادة الحيوان المجتر من الغذاء .

## مصادر الغذاء لحيوانات المزرعة

تنقسم مصادر الغذاء التى تقدم لحيوانات المزرعة او التى ترعاها الحيوانات بذاتها الى ثلاث اقسام اساسية هما المصادر النباتية والمصادر الحيوانية ومصادر غذائية محضرة صـــناعيا وغالبا ما تستخدم الاخيرة كاضافات غذائية كمصادر للفيتامينات والاملاح المعدنية والمضـــادات الحـــيوية ومنشطات النمو ومنظمات لنشاط ميكروبات الكرش وكذلك منظمات لتأثير تركيز ايون الايدروجين بسائل الكرش (PH) .

**أولاً : المصادر النباتية :**

أ-وهـــى امـــا تكون طازجة كحالتها فى الحقل سواء ترعاها الحيوانات بالحقل أو تقطع وتنقل للحيوانات بالحظائر . وذلك مثال الأعلاف الخضراء وهى أما أن تكون حولية أو معمرة كما أنها من جهة أخرى تكون مثلاً بقولية أو نجيلية وتلك المحاصيل الحولية أما أن تكـــون صيفية أو شتوية وجميعها أعلاف خضراء تحوى كثير من العناصر الغذائية وخاصة العناصـــر المعدنـــية والفيتامينات ويفضلها الحيوان وهى الاساس الذى يجب أن تتكون منه اغذية الحيوانات مع بعض المصادر الغذائية الأخرى.

ب- مصـــادر نباتية جافة مثل مخلفات الحقل والمحاصيل الزراعية مثل الاتبان (تبن قمـــح- تبـــن الشعير – تبن الفول وهو ما تبقى من النبات بعد جمع الثمار وهى المحصول الاساســـى) عـــيدان الذرة – عيدان حطب القطن – قش الارز – قوالح الذرة – قشور الفول الســـودانى – مصاصـــة القصـــب – الدريـــس . ويطلق عليها مواد مالئة (خشنة) لارتفاع محتواها من الألياف الخام وانخفاض قيمتها الغذائية .

جـــ- مخلفات المطاحن مثل النخالة (الردة) ومنها ما هو ناعم وما هو خشن وهى تمثل الأغلفة الخارجية لحبة القمح .

د- مخلفـــات مضـــارب الأرز مثل رحيق الكون وهى الأغلفة الداخلية لحبة الأرز – السرسة وهى الأغلفة الخارجية لحبة الأرز – الجرمة وهو الجزء الجنينى من حبة الأرز كر الأرز .

و- مخلفات مصانع استخراج الزيت من البذور الزيتية . والبذور الزيتية مثل القطن وفول الصويا والسمسم والفول السودانى والكتان وعباد الشمس (دوار الشمس) حبة البركة والمتبقى بعد الاستخلاص للزيت سواء كان العصر بالضغط الميكانيكى أو المذيبات العضوية أو كلاهمـــا فالمتـــبقى يسمى بالكسب للقطن سواء كانت البذرة مقشورة فيكون الناتج كسب قطـــن مقشـــور أو كانـــت البذرة غير مقشور فيسمى الناتج كسب غير مقشور وكسب فول الصـــويا وكسب عباد الشمس مقشور أو غير مقشوره وهكذا .وهى تعتبر مصادر بروتينية اساســـا ويتوقف تركيز البروتين بها تبعاً لوجود القشور مع البذور فتكون أقل من محتواها من البروتين عن كسب البذور المقشورة .

هـــ- مخلفات صناعة النشا من الحبوب فيكون الناتج هو جلوتين الذرة وكذلك الأرز تبعاً لنوع الحبوب المستخرج منها النشا وهذه المخلفات تمثل مصادر بروتينية عالية القيمة الغذائية .

و- مخلفات صناعة البيرة من حبوب الشعير بعد انباتها وعصرها فيكون الناتج هو جذيرات الشعير النابتة وكذلك تفل البيرة .

ى- مخلفات صناعة السكر واستخلاصه من قصب السكر فيكون الناتج هو المولاس وهـو محلـول ثقيل القوام يحتوى على العناصر المعدنية وهو مصدر كربوهيدراتى اساساً يستخدم كمادة لاصقة عند تصنيع مخاليط الاغذية ويحسن الاستساغة وتقبل علية الحيوانات ولا يجب زيادته بالغذاء عن ١٥% حيث يحدث حالات تسمم ومن تلك المنتجات أيضاً محلول سـكرى اقل لزوجة من المولاس يطلق علية الفيناس وبالنسبة لاستخراج السكر من البنجر فيكون الناتج هو المولاس وكذلك لب البنجر يستخدم كمصدر للطاقة وتقبل علية الحيوانات .

ط- مخلفـات صـناعات الأغذية المحفوظة والمجمدة والعصائر وهى تلك المخلفات النباتية الغير صالحة للاستخدام الآدمى فيمكن تقديمها للحيوانات المجترة .

ف- مخلفـات صـناعة الخميرة وهى الجزء الغير صالح لتغذية الانسان يقدم كغذاء للحيوانات بالمزرعة وهى مصدر ممتاز للبروتين الخام وكذلك لمجموعة فيتامين ب المركب وكذلـك بعـض العناصـر المعدنـية ومـنها الكروم ولها تأثير أيجابى على صحة الحيوان وانتاجيته ونشاط الكائنات الحية الدقيقة بالكرش .

### ثانياً : المصادر الحيوانية :

ومـن أهمها اللبن بصوره المختلفة مثل السرسوب وهو المفرز بعد الولادة مباشرة وحـتى ٤-٧ أيام بعد الولادة وهو غنى بالمضادات الحيوية والأجسام المناعية اساساً اللبن الكامل اللبن الفرز وهو المنزوع منه الدهن واللبن المجفف ويستخدم اساسا فى بدائل الألبان وشـرش اللبن وهو السائل المتبقى بعد صناعة الجن وبه بعض البروتينيات الذائبة ومرتفع فى محتواه من ملح الطعام المستخدم اساسا عند تصنيع الجبن .

مخلفـات المجـازر والسـلخانات ومنها مسحوق الدم بعد تجفيفه ومسحوق اللحم ومسـحوق الطعـام ومسحوق اللحم والعظام وكانت هذه المخلفات تستخدم اساسا فى اغذية الدواجـن وبنسبة محدودة فى أغذية المجترات للحيوانات عالية الانتاج وسريعة النمو ولكن توقفت هذه الصناعات بعد ظهور حالات جنون البقر فى بعض البلدان ووجهت هذه المخلفات لصناعة السماد العضوى .

مخلفـات صـناعة تعليب وتجميد الاسماك والناتج هو مسحوق السمك وهو الغذاء الاساسـى فـى مـزراع الاسماك وهو يقدم فى علائق الدواجن واحيانا فى اغذية المجترات عالية الانتاج وسريعة النمو .

وجميع المصادر الغذائية سالفة الذكر فيما عدا مخلفات المحاصيل الزراعية والحقل تعتبر مصادر غذائية أما للطاقة اساسا أو للبروتين اساسا وهى تعتبر مصادر غذائية مركزة أى ذات قيمة غذائية مرتفعة ومنخفضة فى محتواها من الألياف الخام .

## ثالثاً : المصادر الغذائية المحضرة صناعياً

وهـــى تستخدم بكميات محدودة مثل اليوريا – البيوريت وهى تستعمل اساساً كسماد للنـــباتات كمــا أنها تمثل مصدر نيتروجينى يمكن لميكروبات الكرش الاستفادة منه وتكوين بروتين ميكروبى عند توفر مصدر مناسب من الطاقة .

وكمـــا سبق الذكر فمن المصادر الغذائية المحضرة صناعياً مخاليط الاملاح المعدنية والفيتاميـــنات والتى غالباً ما توضع فى صورة قوالب يلعق منها الحيوان عند احتياجه لها . هذا بالاضافة إلى المضادات الحيوية ومنشطات ومنظمات النمو وهى غالباً ما تكون مواد لها نشـــاط هـــرمونى مماثل لبعض هرمونات الجسم وكذلك منشطات النشاط الميكروبى بكرش الحـــيوانات المجترة وهى توضع بتركيزات ضئيلة ومحسوسة فى الغذاء أو ماء الشرب أو يحقن بها الحيوان أو يجرع من خلال الفم على فترات متباعدة .

## بعض العوامل المؤثرة فى الكمية المأكولة من الغذاء
## Some Factors affecting voluntary feed intake

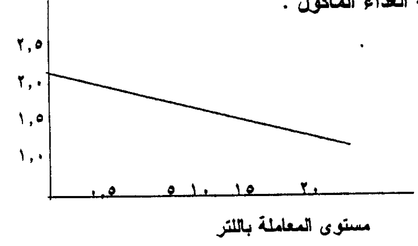
يتأثر انتاج الحيوانات بما يقدم لها من غذاء وكذلك بكفاءة الاستفادة من هذا الغذاء . وكذلـــك انـــتاج الحـــيوانات محكـــوم بقدرة التركيب الوراثى إذا توفرت العناصر الغذائية المناســـبة لتغطية تلك الاحتياجات الغذائية حتى يستطيع الحيوان أن يعبر عن قدرة أو طاقة التركيـــب الوراثـــى . فالتركيب الوراثى الذى يشجع على الانتاج العالى لا يحدث اثره إلا إذا توفرت ظروف بيئية مناسبة أهمها العناصر الغذائية اللازمة لهذا الانتاج المرتفع .

والغذاء الجيد والذى يحتوى على نسب متوازنة من العناصر الغذائية تبعاً لاحتياجات الحيوانات يختلف من مستوى انتاج معين عن مستوى انتاج آخر وكذلك تبعاً لطبيعة الانتاج نفسه فالاحتياجات الغذائية لانتاج اللبن تختلف عن الاحتياجات الغذائية لانتاج اللحم .

فـــتوازن العناصـــر الغذائـــية (كربوهيدرات – بروتين – دهون – الياف – عناصر معدنية – وفيتامينات) بالغذاء لأقرب ما تكون إليه احتياجات انسجة الحيوان من تلك العناصر فهذا يكون الغذاء المثالى وتكون الاستفادة منه أقرب ما يكون من ١٠٠% ولكن هذه الحالة

غير واقعية فقد يكون هناك زيادة فى البروتين مثلاً ونقص فى مصادر الطاقة (كربوهيدرات أو دهون) ففى مثل هذه الظروف الحيوان يحاول المواءمة بين ما يتوفر بالغذاء وما يحتاجه انســجة فإما أن يزيد كمية الغذاء المأكولة لكى يعوض نقص مصادر الطاقة وفى هذه الحالة يكــون هناك زيادة فى كمية البروتين تزيد عبئاً على الجهاز الهضمى والكبد والكلى وتخرج الزيادة منه فى صوره يوريا فى البول فالحيوان يوائم بين تلك الحالة أو أن يعانى نقص فى الاحتــياجات من الطاقة ويقل الانتاج فالحيوان يتخير بين الحالتين ويتبع اقلهما ضرراً عليه فالـــتوازن بيـــن العناصـــر الغذائية بالغذاء من أهم العوامل المحددة لكمية الغذاء التى يمكن للحيوان أن يتناولها .

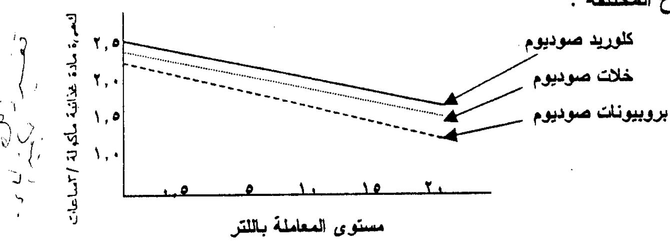
والعامل الثانى الذى يحدد كمية الغذاء التى يتناولها الحيوان هي الحيز (الحجم الذى تشغله الكتلة الغذائية) بالكرش والشبكية . فكلاهما له سعة معينة لا يستطيع ان يتعداه وإن كان جدار الكرش والشبكية مرن قابل للتمدد ولكن هذا أيضاً لحد معين لا يمكن أن يزيد عنه . وتـــتأثر هـــذه الســـعة بسرعة خروج الكتلة الغذائية منها أو بمعنى آخر مدة بقاء الكتلة الغذائية بالكرش وهذا يتوقف على طبيعة الغذاء ومدى سهولة أو صعوبة هضم الألياف على وجـــه الـــتحديد فهى التى تحتاج لهضم ميكروبى والذى يتم اساسا بالكرش والشبكية بفعل الكائـــنات الحية الدقيقة . فإى عامل يساعد على نشاط تلك الكائنات فى هضم الغذاء وكذلك أى عامل يساعد على تقليل حجم الكتلة الغذائية وسرعة خروجها من الكرش فهو فى نفس الوقـــت يزيد من كمية الغذاء المأكول . وفى تجربة لتوضيح هذا الأثر وضعت بالونة بفراغ الكـــرش وتم ملئها بالهواء بدرجات مختلفة فوجد بزيادة امتلاء البالونة يزداد حجمها وتقل المساحة الممكن شغلها بالغذاء وتقل كمية الغذاء المأكول .




والعامل الثالث الذى يؤثر فى كمية الغذاء المأكولة هو سلسلة من نظم الـــ Feed back mechanisms ويقصد بها التأثير العكسى لزيادة أو نقصان تركيزات بعض النواتج الميتابوليزمية أو الهرمونات فتتأثر بها مستقبلات حسية متخصصة منتشرة بالجهاز الهضـــمى والوريـــد الـــبابى الكبدى عند اتصاله بالكبد وترسل اشارات إلى الجهاز العصبى المركزى(الجزء الامامى والخلفى من المخ وغدة الهيبوثلامس والجزء البطنى منها الأوسط

والجانـــبى) فيســتجيب الجهاز العصبى المركزى برد فعل يتناسب مع التنبيه الوارد فيمتنع الحيوان عن الغذاء أو يستمر فى تناوله الغذاء . فعلى سبيل المثال عند مرور الكتلة الغذائية (ومـــا تحويه من بروتينات وكربوهيدرات ودهون) من المعدة إلى الأثنى عشر يفرز هرمون كولـــى سيستوكينين Cholysistochinine من الغدد المعوية والذى تنقله المستقبلات الحسية إلى الجهاز العصبى المركزى ويتوقف الحيوان عن تناول الغذاء وعند الشعور بالجوع تفرز ببتـــيدات بالجهـــاز العصبى تزيد من تناول الحيوان للغذاء . وقد تستخدم تلك المواد لزيادة الكمـــية المأكولـــة ولكـــن زيادة الكمية المأكولة عن حاجة الحيوان تؤدى إلى زيادة ترسيب الدهن بالأنسجة وهو غير مقبول حالياً بالنسبة لتأثيره السلبى على صحة المستهلكين .

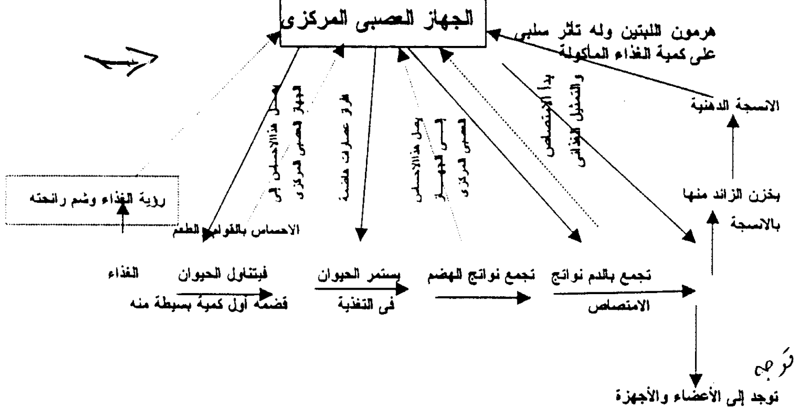
وكذلـــك أيضاً زيادة تركيز الانسولين بالسيرم يزيد من الكمية المأكولة من الغذاء . وهـــناك أيضـــاً تأثـــيرات للتغـــير فى الضغط الاسموزى فتجريع الحيوان بخلات الصوديوم وبروبيونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم فكانت الكمية المأكولة تتناسب عكسياً مع مستوى المعاملة بهذه الأملاح المختلفة .




كما أن حقن بعض النواتج الميتابوليزمية بالوريد البابى الكبدى عند دخوله الكبد كان لهـــا تأثـــير فى تحديد كمية الغذاء المأكولة بينما الحقن بالدم (الدورة الدموية بصفة عامة) فكـــان تأثيره أقل وضحاً مما يؤكد وجود مستقبلات حسية لتركيزات النواتج الميتابوليزمية بالوريد البابى الكبدى .

وكذلك أيضاً تفرز الأنسجة الدهنية Adipose tissues هرمون اللبتين Lipitine عند زيادة حجمها وامتلائها ويصل هذا الهرمون إلى الجهاز العصبى المركزى وتكون الاستجابة بالتوقف عن التغذية كأحد وسائل التأثير العكسى لتركيز بعض النواتج الميتابوليزمية .

ويوضـــح الرســـم التخطــيطى كيفية ومراحل سيطرة الجهاز العصبى المركزى على تناول الغذاء .




فعــند رؤيـــة الحيوان للغذاء أو شم رائحته ينتقل هذا الاحساس إلى الجهاز العصبى المركــزىCNS فترســل الأوامــر بــتذوق هــذا الغذاء وبدخول هذا الغذاء إلى الفم ترسل المســتقبلات الحســية اشــارات لــCNS عن مدى التذوق والقوام فتكون الاستجابة بتناول والاستمرار فى التغذية وبدأ عمليات الهضم ويتراكم نواتج الهضم ترسل المستقبلات الحسية اشارات إلى CNS فتكون الاستجابة بامتصاص هذاه النواتج وبدأ العمليات التمثيل الغذائى . ويــتراكم نواتــج التمثــيل الغذائى ترسل الاشارات إلى CNS فتكون الاستجابة بتوجيه تلك النواتج إلى الأجهزة والأعضاء المتخصصة تبعاً لاحتياجاتها للانتاج والمحافظة على حياتها ونشاطها وتخزن الزيادة والتى إذا زادت تحول إلى دهن بالخلايا الدهنية وهذه عند امتلائها وزيادتها تفرز الهرمون اللبتين والذى يؤثر سلبياً على كمية الغذاء المأكول .

فالحــيوان يســعى للــتغذية لتغطــية احتياجاته من العناصر الغذائية اللازم للنشاط والمحافظة على حياته والزيادة من العناصر الغذائية تتحول الى دهون بجسم الحيوان والتى بزيادتها لها التأثير العكسى على كمية الغذاء المأكول .

فتكون التغذية بمعدل ١٠٠% من الاحتياجات عند توازن العناصر الغذائية المختلفة وإذا حــدث نقص بسيط فى أحد العناصر الغذائية تزداد الكمية المأكولة لتعويض هذا النقص ولكن إذا كان هناك نقص شديد فى احد العناصر الغذائية وهذا معناه توقف عملية انزيمية أو تخليقية معينة بالجسم فتقل الكمية المأكولة بشدة قد تصل إلى حد الامتناع عن التغذية .

وفـــى حالة زيادة عنصر غذائى بنسبة قليلة فيحتفظ الحيوان بنفس الكمية المأكولة ولكن إذا كانت الزيادة بدرجة كبيرة فيكون لها أثر سلم فأى عنصر إذا زاد بدرجة كبيرة عن احتياجات الحيوان كان له أثر سلم ومنخفض الكمية المأكولة بشدة .





فكـــل ما تؤثر على الهضم الامتصاص وكفاءة التمثيل الغذائى يؤثر فى كمية الغذاء المأكولـــة . وكـــل ما يؤثر فى الانتاج من تركيب وراثى وحالة صحية يؤثر فى كمية الغذاء المأكولـــة . وكـــل مـــا يؤثر فى توازن العناصر الغذائية بالغذاء وتقليل حجم الكتلة الغذائية وســـرعة مرورها من الكرش والشبكية يؤثر فى كمية الغذاء المأكولة . تراكم أو سحب أو اخراج النواتج للتمثيل الغذائى بالدم لها تأثير فى كمية الغذاء المأكول .

وكـــل مـــا يؤثر فى حجم النسيج الدهنى بالجسم وكذلك فى الاحتياجات من العناصر الغذائية سواء عمره أو الحالة الفسيولوجية له يؤثر فى كمية الغذاء المأكول .

وخلاصـــة ذلك كله أن الحيوان يتناول الغذاء اساسا لتغطية الاحتياجات من العناصر الغذائية والتى تتحد بالتكريب الوراثى ومستوى الانتاج .

ولكـــى يتم التعرف على كمية الغذاء التى يمكن للحيوان أن يتناولها لا بد من توفر الغذاء أمام حيوانات طوال اليوم بكميات مناسبة بحيث يتبقة منها لليوم التالى ما يوازى ١٥ -٢٠% مـــن الكمـــية المأكولة (التغذية لحد الشبع مع وجود فائض ١٥-٢٠%) للتأكد أن الحيوان استوفى الكمية التى يحتاج إليها ويتم تكرار ذلك ١٠-١٥ يوماً .

## القيمة الغذائية لمواد العلف

لا يمكـــن الحكـــم علـــى اى مـــادة غذائية بها المكونات الغذائية الضرورية بالنسبة للحـــيوان ومعـــرفة دور كل مكون بها فى العمليات الحيوية أن تكون كافية لتغذية الحيوان تغذية صحيحة علمياً واقتصادياً . بل يجرى أولاً معرفة القيمة الغذائية لمواد العلف بالنسبة لبعضـــها البعض وثانياً معرفة الكمية التى تلزم للحيوان طبقاً لنوعه ولظروفه الفسيولوجية المحيطة به .

## تجارب التغذية Feeding trials

لتجارب التغذية أهمية خاصة فى الوصول لبعض المعلومات التى تكون قابلة للتطبيق العملى فى تغذية الإنسان والحيوان ومن هذه التجارب.

### التجارب الغذائية المقارنة

يمكـــن اســـتخدام التجارب الغذائية فى ابسط صورها لمقارنة انواع الغذاء المختلفة بالنســـبة لبعضها البعض . وعند مقارنة علقتين باستخدام التجارب الغذائية يجب ان يضاف الغذائيين المراد فعلا بينهما الى عليقة مجموعتين من الحيوانات تتكون كل عليقة من نفس المكونات التى تتكون منها العليقة الأخرى فيما عدا الغذاء المراد مقارنته ثم تغذية مجموعة مـــن الحـــيوانات بالعليقة الخاصة بها ثم تسجل فيه انتاجية الحيوان . كما تقدر كمية الغذاء اللازمـــة لانـــتاج الوحدة من انتاج الحيوانات فى كل غذاء من مجموعتى التجربة . ويمكن بذلك المقارنة بين النوعين من الغذاء ولكن نتائج التجربة الغذائية تقف عند حد المقارنة بين هذيـــن النوعيـــن مـــن الغذاء وتوضح افضلية أى منهما للحيوان ولكن لا توضح بالتفصيل اســـباب هذا التفضيل . فإذا ما تمت المقارنة بين غذائين وتفوق احدهما على الآخر هل هذا يكون راجع إلى تفوق احدهما فى نسبة البروتين أو إلى القيمة الحيوية للبروتين أو ارتفاع نسبة الكالسيوم أو أحد العناصر الغذائية الأخرى .



ولما كانت التجارب الغذائية بصورتها المبسطة هذه لا تمكن من معرفة لسباب تفوق نوع من الغذاء على نوع آخر عند استعماله فىعليقة الحيوان وأن فائدتها تقف فقط عند حد اظهار الاثر المقارن لانواع الغذاء المختلفة بالنسبة لبعضها البعض فإنه لمعرفة اسباب ذلك لا بـد أن تجـرى انـواع حديثة من التجارب الغذائية كما سياتى الحديث عنها ويشترط فى اجـراء الـتجارب الغذائية توافر عدد كبير من الحيوانات يشترط فيها أن تكون متماثله من حيـث الـنوع والعمر والوزن والسن والجنس ...ألخ وذلك لامكان التغلب على الاختلافات الفـردية الواسـعة بيـن هذه الحيوانات . لذلك فإن اجراء هذه التجارب يتطلب اعباء مالية كبـيرة مـن حيـث تكاليف الغذاء التى يستلزمها . وقد امكن استخدام الفئران فى مثل هذه الـتجارب مـثلاً لتخفيض الاعباء المالية . هذا بالاضافة إلى أن دورة الحياة فى الحيوانات الصغيرة أقصر بكثير من الحيوانات الكبيرة .

وإذا كانت هذه التجارب الغذائية التى تجرى على الحيوانات الصغيرة مثل الفئران لا تصـلح للتطبـيق العملـى على غيرها من الحيوانات الكبيرة نظراً للاختلافات الفسيولوجية الواضـحة من تركيب الجهاز الهضمى وخلافه إلا انه يمكن اتخاذ نتائجها كنتائج استطلاعية تفيد فى توضيح الطريق عند تصميم التجارب المماثلة على الحيوانات الكبيرة .

## تجارب الهضم Digestion Trials

وتسمى طريقة Collection method وقد سبق الاشارة إلى أن التجارب الغذائية تعطى نتائجها الصورة النهائية لأثر وجود غذاء ما فى عليقة الحيوان على نمو ذلك الحيوان أو أى صورة أخرى من صور انتاجه ولكنها لا تعطى تفسيراً لاسباب هذه النتائج كما أنها لا يمكن تقدير القيمة الغذائية لمواد العلف بالنسبة لبعضها البعض تقديراً يمكن استعماله على نطاق واسع فى النواحى التطبيقية .

وتفيد معرفة التركيب الكيماوى لمواد العلف والتعرف على النسبة المئوية للمكونات الغذائية المختلفة فى الغذاء هي نقطة البداية الاساسية للوصول إلى قيمة أكثر دقة فى تقييم مواد العلف مما لو قيمت على اساس التجارب الغذائية .

ونظـراً لأن الحيوان لا يستطيع أن يهضم كل ما يتناوله من غذاء وأن بعض الغذاء الذى يتبادله الحيوان يخرج على صورة غير مهضومة فى الروث . وان قدراً كبيراً من هذا يخرجه الحيوان بعد تعرضه لعمليات الهضم المختلفة فى القناة الهضمية دون أن يستفيد منه . لذلك فإنه يلزم لتقييم مواد العلف تقييما صحيحاً الا يكتفى بالتحليل الكيمائى للغذاء ومعرفة مقدار ما به من المكونات المختلفة بل يجب أن يكون هذا التقييم على اساس مدى ما يمكن للحيوان هضمه فعلاً من الغذاء والاستفادة به .

وهـناك عـدة طرق لتقدير مدى الاستفادة من المواد الغذائية للحيوان واسهلها هو تقديـر مـا يمكـن للحيوان هضمه والاستفادة به من الغذاء ويجرى ذلك فى تجارب خاصة تسـمى تجارب الهضم وهى تجرى على الحيوان المراد تقدير مدى استفادته من نوع معين من الغذاء .

وتعتـبر هـذه الطـريقة هي الأكثر شيوعاً لسهولة اجرائها إلا أن النتائج المتحصل علـيها فـى هذه الحالة لتقيم مواد العلف ليست على جانب كبير من الدقة ولذلك فإنه عند اجراء بعض الابحاث الخاصة لا يعتمد على نتائج هذه الطريقة بل يستخدم معها طرق أخرى معيـنة علـى اساس تقدير الطاقة الصافية التى تتوفر للحيوان من الغذاء Net Energy Value ولكـن نظـراً للصـعوبات المادية من حيث وفرة الاجهزة والمعدات اللازمة لتقدير القيمة الغذائية لمواد العلف على اساس الطاقة الصافية لها فى كثير من محطات التجارب .

**كيفية اجراء تجارب الهضم :-**

تجرى تجارب الهضم على حيوانات وغذاء عادة الذى يستعمل فى عليقته وغالبا ما تجرى مثل هذه التجارب علىذكور الأغنام أو ذكور العجول .

ويقـدر فـى هـذه الـتجارب الجزء القابل للهضم من كل من مكونات الغذاء سواء بروتيـن أو دهون أو كربوهيدرات أو ألياف وبذلك يمكن حساب معامل الهضم لكل من هذه المكونات وتجرى هذه الخطوات كما يلى :-

١- تجهيز صناديق الهضم وحيوانات التجربة

لـتقدير معـامل هضم الأغذية يوضع الحيوان فى صندوق الهضم وغالباً ما يستخدم ذكور صحية تامة النمو لسهولة انقيادها وجمع روثها وبولها كل على حدة بحيـث لا يخـتلط الروث مع البول كلما امكن ويجهز صندوق الهضم بحيث يسمح للحـيوان أن يرقد وينهض بسهولة ولكن دون أن يغير اتجاهه كما يسهل معه تقديم العليقة ومصدر للماء ومصمماً لكى يسمح بجمع البول والروث منفصلان ويفضل أن لا يقل عدد الحيوانات المستخدمة عن ثلاثة حيوانات وكلما زاد العدد زادت معه دقة التجربة .

٢- تحلل المادة الغذائية تحليلا كيمائياً كاملاً .

الفترة التمهيدية Prelimenary period وفيها يغذى الحيوان على المادة المختـبره بكمـيات معلومـة الوزن لبضعة ايام لا تقل عن سبعة ايام قبل البدء فى التجربة بطريقة فعلية . والغرض منها هو التأكد من خلو القناة الهضمية من اى أثر

لكل غذاء سابق وتستغرق فترة الدور التمهيدى لسبوع على الاقل مثل جمع الروث للتحليل وقبل بدء الدور الرئيسى للتحليل .

٣- الــدور الرئيسى للتجربة :- وفى هذه الفترة والتى تستمر خلال اسبوع يجمع الــروث والبول يوميا حيث يتم خلط الروث جيدا ثم لخذ عينة منه تمثل حوالى ١٠% من وزنه تحفظ جيدا فى درجة حررة منخفضه لحين تحليلها كيمائيا. كما يجــب فى حالة جمع البول ان يتم اضافة ١٠ مل من حامض الكبرتيك المركز بتركــيز ١٠% لمنع فقد الامونيا ثم يؤخذ ١٠% ايضا من كمية البول وتوضع فى درجة حرارة منخفضة لحين التحليل .

**ويراعى فى اجراء تجارب الهضم ما ياتى:-**

١- يعطــى الحيوان عليقة حافظه طول مدة التجربة على أن تقدم العليقة مرتين يومياً فى مواعيد ثابتة .

٢- توزن العلائق وتوضع فى اكياس قبل بدء التجربة

٣- تراقب الحاله الصحية للحيوان

٤- يــوزن الحــيوان ويوضــع فى صندوق الهضم وتقدم العليقة على فترتين صباحا ومساء

٥- فى اخر يوم من التجربة توزن لعليقة المتبقية ان وجدت ثم يتم خصمه من الماكول مــن الغــذاء طول فترة التجربة فى الدور الرئيسى. وفيما يلى مثال يوضح طريقة حساب معامل الهضم لمكونات غذاء.

**مثال :-** مــن نتائج احدى تجارب الهضم تغذى خروف على ١كجم دريس به ١٠% رطوبة يخــرج مــنه ٥٠٠جــم مادة جافة من الروث . احسب معامل الهضم إذا علمت أن التحليل الكيمائى للدريس والروث كما يلى :-

| | بروتين خام | دهن خام | الياف خام | كربوهيدرات ذائبة |
|---|---|---|---|---|
| دريس | ١٥ | ٢ | ٢٥ | ٤٠ |
| روث | ١٠ | ١,٥ | ٣٥ | ٣٥ |

**الحل :-**

بما أن الدريس به ١٠% رطوبة

اذن كلية الرطوبة = ١٠٠٠×١٠/١٠٠=١٠٠جم رطوبة

كمية المادة الجافة المأكولة ١٠٠٠-١٠٠=٩٠٠جم مادة جافة

| | بروتين خام | دهن خام | الياف خام | كربوهيدرات ذائبة |
|---|---|---|---|---|
| المأكول من الدريس | ١٣٥ | ١٨ | ٢٢٥ | ٣٦٠ |
| الخارج فى الروث | ٥٠ | ٧,٥ | ١٧٥ | ١٧٥ |
| المهضوم من الدريس | ٨٥ | ١٠,٥ | ٥٠ | ١٨٥ |
| معامل الهضم للدريس | ٦٢,٩٦ | ٥٨,٣٣ | ٢٢,٢٢ | ٥١,٣٩ |

**تقدير معامل الهضم للمواد المركزة :-**

غالباً لا تعطى الحيوانات المخبرة غذائها فى صورة المواد المركزة فقط بل يتكون الغذاء عادة من جزء من المواد المالئة مع الغذاء المركز حيث أن التغذية على المواد المركزة تؤدى فى كثير من الاحيان إلى مشاكل صحية . وعليه فعندما يراد تقدير معامل الهضم للمواد المركزة فإنها غالباً ما تضاف مع مادة مالئة معروفة لها معامل الهضم لمكوناتها الغذائية . حيث يقدر الجزء المهضوم من كل من مكونات مخلوط الغذاء (مركز ومالئ) ويطرح من الجزء المهضوم من الغذاء كله الجزء الذى يمكن هضمه من المادة المالئة المعروفة مسبقاً فيكون الناتج هو القدر المهضوم من الغذاء المركز فقط وبحساب الجزء المهضوم ألى المأكول من الغذاء المركز نحصل على معامل هضم المادة المركزة. وليست هذه الطريقة على جانب كبير من الدقة حيث ان اضافة الغذاء المركز ألى عليقة المالئ قد يؤدى إلى زيادة قدرة الحيوان على هضم الغذاء المالئ وزيادة معامل هضمها .

وفيما يلى مثال يوضح طريقة حساب معامل الهضم لمكونات غذاء مركز باضافته مع غذاء مالئ معروف معامل هضمه :-

**مثال :-**

من نتائج احدى تجارب الهضم تغذى خروف على عليقة مكونه من ٢٠٠جرام ذره وكذلك ٣٠٠جرام تبن قمح وكانت كمية الروث التى اخرجها الحيوان ١٥٠من الروث الجاف تماما فإذا كان التحليل الكيمائى لكل من الذرة والروث والتبن والمهضوم من التبن على النحو التالى فكيف يمكن حساب معامل هضم الذرة .

| | بروتين | دهن | الياف | كربوهيدرات |
|---|---|---|---|---|
| ذرة | ٩ | ٤ | ١٥ | ٤٥ |
| تبن | ٢,٥ | ٣ | ٣١ | ٤٠ |
| روث | ٥ | ١,٥ | ٣٤ | ٣٥ |
| المهضوم من التبن | ١٤ | ١٥,٥ | ٥٤ | ١٨٠ |

**طريقة الحساب :-**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| المأكول من الذرة | ٤٥ | ٢٠ | ٧٥ | ٢٢٥ |
| المأكول من التبن | ٧,٥ | ٩ | ٩٣ | ١٢٠ |
| مجموع المواد المأكولة | ٥٢,٥ | ٢٩ | ١٦٨ | ٣٤٥ |
| الخارج فى الروث | ٧,٥ | ٢,٢٥ | ٥١ | ٢٥٢,٥ |
| المهضوم من الغذاء كله | ٤٥ | ٢٦,٧٥ | ١١٧ | ٢٩٢,٥ |
| المهضوم من التبن فقط | ١٤ | ١٥,٥ | ٥٤ | ١٨٠ |
| المهضوم من الذرة | ٣١ | ١١,٢٥ | ٦٣ | ١١٢,٥ |
| معامل هضم الذرة% | ٦٨,٨٩ | ٥٦,٢٥ | ٨٤ | ٥٠ |

**طرق خاصة لقياس معامل الهضم :-**

اجراء تجارب الهضم بالطريقة العادية تحتاج لوقت طويل وجهد كبير لذا فكر العلماء كثـيراً فـى ابتكار طرق غير مباشرة لتقدير معامل الهضم لمكونات الغذاء تكون اسهل فى طـرق اجرائها عن الطريقة العادية المتبعة فى ذلك . وتتلخص هذه الطريقة فى اضافة مادة يسهل تميزها فى كل من الغذاء والروث ويشترط فيها ألا تكون قابلة للهضم و والامتصاص وليس لها تأثير ضار على الحيوان كما أنها يجب أن تكون سهلة التقدير كيميائياً.

وتـتخذ هذه المادة كدليل فى تجربة الهضم حيث يجب معرفة نسبة تركيزها إلى أى مـن مكونات الغذاء وتقدير نفس هذه النسبة للمادة فى الروث ويمكن حساب معامل الهضم لكل مكون من مكونات الغذاء وبعد معرفة كمية الغذاء التى يستهلكها الحيوان و كمية الروث التى يخرجها يمكن حساب معامل الهضم بالمعادلة التالية :-

معامل الهضم لأى مكون = ١٠٠-(١٠٠×النسبة المئوية للدليل فى الغذاء × النسبة المئوية للمكون فى الروث )

ــــ النسبة المئوية للدليل فى الروث النسبة المئوية للمكون فى الغذاء

ويعتـبر اللجنيـن أحـد مكونات الغذاء التى يمكن استعماله كدليل فى تقدير معامل الهضم بطريقة غير مباشرة ويميزه أنه احد مكونات الغذاء الطبيعية ويمكن تقديره كميائياً .

كما يعتبر اكسيد الكروميك احد الدلائل الذى يستخدم بنجاح فى تقدير معاملات الهضم . ولقياس معامل الهضم فى المواد الغذائية الخضراء فإنه يصعب استخدام الدليل معها حيث أن قـياس محـتوى اللجنين فى الأعلاف المأكولة فى الحيوانات التى ترعى يكون مستحيلاً والسبب أن الحيوانات ترعى اجبارياً وعادة ما تفضل النباتات الصغيرة عن الكبيرة والاوراق عـن السـيقان وعـادة مـا يكون المحتوى الحقيقى للاعلاف المستهلكة فعلاً أقل من عينة مـأخوذة عن طريق الحش من نفس العلف . وهذا يعنى أن تقديرات معامل الهضم يجب أن

تعـتمد تماما على مكونات الروث وبهذا فإن هناك علاقة طردية بين تركيز النيتروجين فى الروث ومعامل هضم المادة الجافة فى العلف الأخضر . والأعلاف ذات معامل الهضم العالى عادة ما تكون أغنى فى النيتروجين النباتى فى الروث ويصبح مركزاً فى الأوزان الأصغر فى الروث . ويمكن تحديد العلائق بتغذية حيوانات فى حظائر على اعلاف محشوشة .

كما ان هناك دليل Acid Inslouble Ash أوتختصر الى طريقة AIA وهى تعتمد علـى طـريق تقديـر AIA فى الغذاء ونسب مكونات الغذاء إليه فى المأكول والخارج فى الـروث . واوضح عبد الغنى ١٩٩٤ فى مقارنة بين تجارب الهضم العادية Collection method أو اللجنيـن أو AIA ان اسـتخدام دليل AIA فى تقدير معاملات الهضم كانت أقرب نتائجه مع طريقة تجارب الهضم العادية Collection method .

## الطرق المعملية لقياس معامل الهضم :-

١- Invitro Technique

معـامل هضم الأغذية بالنسبة للمجترات يمكن أن تقاس بدقة تامة فى المعمل وذلك بمعاملـة المـادة الغذائية بمستخلص الكرش ثم الببسين وفى خلال المرحلة الأولى من هذه الطـريقة يـتم تحضـير عيـنات مطحونه جيداً لمدة ٤٨ساعة بمستخلص الكرش متعادل الحموضـة تحت ظروف لا هوائية وفى المرحلة الثانية يتم قتل البكتريا بالتحميض بواسطة حـامض الهـيدروكلوريك حتى يصل درجة الـPH إلى ٤ ثم تهضم مع انزيم الببسين لمدة ٤٨سـاعة والـبقايا الغـير ذائبة ترشح بواسطة فلتر ثم تجفف وتطحن وتستخلص المادة العضوية وتقدر ويمكن بها حساب معامل هضمها .

٢- In Situ Method :-

وهى طريقة سهلة تحتاج لتدخل جراحى للحيوان وتستخدم فيها اكياس النايلون التى تسـمح بدخـول بكتريا الكرش . حيث يؤخذ الفرق بين العينة قبل وبعد وضعها فى الكرش وتحلل العينات للمادة المراد تقدير معامل هضمها .

## مدى الاعتماد على معاملات الهضم :-

ان طرح الجزء الخارج فى الروث من كمية المأكول للحصول على الجزء المهضوم وبالـتالى الممتص فى الجسم عمل مثير للجدل – ففى المجترات يخرج الميثان كأحد نواتج هضـم الكربوهيدرات عن طريق التجشؤ ولا يمتص فى جسم الحيوان – هذا الفقد يؤدى إلى

خطـأ مـؤداه أن الـرقم المتحصل عليه الذى يمثل الكربوهيدرات المهضومة رقم أعلى من الحقـيقة Over stimated وبالتالى فان الرقم الذى يدل على الطاقة المهضومة للغذاء هو الآخر يكون أعلى من الحقيقة . ومن المعروف أن جزءاً من البروتين الخارج فى الروث ناتج عن الاحياء الدقيقة والانزيمات والخلايا المتسلخة من القناة الهضمية وهذه كلها تؤثر على معامل هضم البروتين .

كذلـك عند تقدير مستخلص الاثير وكذلك الرماد فى الروث فإنه يدخل ضمن التقدير بعـض المواد مفرزة من جسم الحيوان وهذه المواد تؤدى إلى الحصول على ارقام اقل من الحقـيقة Under estimation عـند حسـاب المركبات المهضومة من الدهن الخام أو البروتين الخام .

ممـا سبق يتبين أن معاملات الهضم المتحصل عليها تكون معاملات هضم ظاهرية وللحصول على معاملات هضم حقيقية عملية صعبة حيث يختلط المركب الآتى من الغذاء مع نظيره المفرز من جسم الحيوان عندما يخرجان سوياً فى الروث – وعموماً فيمكن القول بأن معاملات الهضم الظاهرية تمثل المحصلة النهائية لعملية التغذية .

## العوامل التى تؤثر على الهضم:

### ١- تركيب مادة العلف :-

يرتبط هضم الغذاء إلى حد كبير بتركيبة الكيمائى فمثلاً الفول لا يختلف تركيبه الكيماوى كثـيراً ولذلك فهضمه لا يختلف كثيراً اما الاعلاف الخضراء والمحفوظة والسيلاج فتركيبها الكيماوى ويختلف ولذلك نجد الفروق كبيرة فى القيم الهضمية .

وتعتـبر الألـياف الخام أهم معامل يؤثر على الهضم إذ أن ارتفاع نسبة الألياف فى المـادة له تأثـير كبير على تقليل هضمها ومن الملاحظ أنه كلما زادت الألياف أى ارتفعت نسـبة اللجنيـن كلما قل الهضم ولذلك فيقال أنه كلما زادت الألياف ١% كلما نقص معامل هضم المادة العضوية لمادة العلف بمقدار ٠,٧-١% .

وفـى حالة البروتين فان معامل الهضم الظاهرى يعتمد على نسبة البروتين فى مادة العلـف فمـن المعروف ان نسبة آزوت الروث التمثيلى : metabolic fecal nitrogen ثابتة ففى المجترات هذه الكمية تساوى ٣جرام بروتين خام لكل ١٠٠جرام مادة جافة مأكولة فـإذا احتوى الغذاء المأكول على ٦% بروتين فإن معامل الهضم الظاهرى لهذا البروتين لا

يمكـــن ان يـــزيد عـــن ٥٠% ولكن إذا احتوى الغذاء على ١٢% بروتين فإن تأثير الآزوت التمثيلى يكون أقل ويمكن أن يصل معامل الهضم لهذا البروتين إلى ٧٥% .

**٢- تركيب العليقة :-**

هضـــم الغذاء لا يعتمد فقط على تركيبة بل أيضاً على تركيب الأغذية المشتركة معه فى العليقة وهذا التأثير يسمى التأثير الجانبى Associative effect ويمثل اخطر اعتراض على تقدير القيمة الهضمية لمواد العلف المركزة بالطريقة الغير مباشرة . فعلى سبيل المثال عند تقدير القيمة الهضمية للشعير باستخدام الدريس فإن النتائج تختلف عن قيمته الهضمية لـــو اســـتخدم معه السيلاج كما أن الشعير قد يؤثر هو بالتالى على القيمة الهضمية للمادة الاساســـية وقـــد فسر ذلك جزئياً على أنه مرتبط بمدى اتزان المركبات الغذائية فى الكرش فمثلاً زيادة الكربوهيدرات الذائبة تخفض معامل هضم السيليلوز .

**٣- تحضير الغذاء :-**

مـــن المعاملات السائدة التى تجرى على الأغذية هي التقطيع - الجرش- الطحن - الطبخ فمثلا للحصول على أعلى معدل لهضم الحبوب يجب جرشها للماشية والا فربما ينزل بعضـــها فى الروث دون أن يهضم الا ان طحن أو تنعيم الاتبان للحيوان المجتر عملية غير مـــرغوبة لأن ذلـــك يجعلها تمر بسرعة خلال الكرش والقناة الهضمية ولا يتاح لها الوقت الكافى لعمل الاحياء الدقيقة عليها ولا يكتمل تخمر الألياف وفى هذه الحالة يقل هضم الألياف بحوالى ٢٠% ويقل هضم المادة الجافة فى حدود ٥-١٥% .

مـــواد العلـــف المالـــئة كالاتبان التى يزيد بها السيليوز و اللجنين قد تعامل كيميائياً لفصـــل المادتين وفى العادة تغمر الاتبان فى محلول صودا كاوية أو جير حى ٢-٣% لمدة ٢٤ســـاعة -٤٨ساعة ثم تغسل لازالة اثر القلوى وقد ترش الاتبان بهذه المحاليل ثم تعادل القلوية باستخدام حامض الخليك أو البروبيونيك وكلا العملتين يزيد النسبة الهضمية للاتبان من ٤٠ إلى ٦١-٧٠% .

بالنسبة لطبخ الاغذية فأن تأثيره قليل على الهضم فهضم البرويتن يتحسن كثيراً فى بعـــض مـــواد العلف المركزة عند معاملتها بالحرارة لأن الحرارة توقف عمل مثبط الانزيم enzyme inhibitor الموجـــود إلا أن الحـــرارة الزائدة قد تجعل بعض الاحماض الامينية تتفاعل مع المجموعات الالدهيدية للسكريات مكونة مواد غير مهضومة .

**٤- العوامل التى ترجع للحيوان :-**

الهضـــم يتعلق بالغذاء اكثر منه بالحيوان ولكن ليس معنى ذلك أن الغذاء الواحد عــندما يعطى لانواع مختلفة من الحيوانات يهضم بدرجة واحدة فهناك عامل اساسى يتعلق بالحــيوان هو نوع الحيوان فالغذاء المركز أو الذى لا يحتوى على نسبة عالية من الألياف يهضم بدرجة واحدة فى المجترات وغير المجترات تقريبا ولكن الاغذية ذات المحتوى العالى من الألياف تهضم احسن بواسطة المجترات – الهضم بالنسبة للغنم والماشية متشابه تقريباً. عمــر الحــيوان لــيس له تأثــير طالما كرش الحيوان يحتوى على الاحياء الدقيقة بالدرجة العادية.

**٥- مستوى التغذية :-**

الزيادة فى كمية المأكول تؤدى إلى سرعة مرور الكتلة الغذائية وعلى هذا فإن الغذاء يــتعرض لتأثــير الانزيمات لفترة اقل ولهذا فربما يسبب ذلك نقصاً فى قيمته الهضمية فإذا اعتــبرنا بأن كمية العليقة الحافظة (اللازمة لحفظ حياة الحيوان) تساوى الوحدة فإن القيمة العضــوية تقــل ١-٢% إذا تناول الحيوان غذاء بمقدار ٢وحدة ويزيد الانخفاض إذا كانت العليقة ناعمة جداً أو أن تكون العليقة الخشنة من نوع ردئ .

**تقييم الأغذية بقياس "مجموع المواد الكلية المهضومة" Total digestible nutrients**

كما ذكر سابقاً انه لتقدير القيمة الغذائية لمواد العلف طرق عدة اساسها ما يستطيع الحيوان هضمه من كل من مكونات الغذاء وللمقارنة بين القيمة الغذائية لمواد العلف المختلفة فإن هذه المقارنة عادة لا تكون على اساس الجزء المهضوم من كل من مكونات الغذاء بل أن هناك قيمة واحدة للمقارنة تعرف بالــTDN وهذا المقياس له ميزة البساطة ولكن من عيوبه أنه لا يأخذ فى الاعتبار مدى استفادة الحيوان من هذه الطاقة المهضومة . فهو تعبير عن الطاقة المهضومة فقط وليس بالجزء المستفاد فعلاً من طاقة الغذاء .وهى تمثل مجموع الجزء المهضوم لمكونات الغذاء سواء بروتين أو كربوهيدرات ذائبة (NFE) أو الياف أو دهن ويتم فى حساب الــTDN أن يضرب الجزء المهضوم من الدهن فى ٢,٢٥ والسبب فى ذلك أن الطاقة الصافية Net energy المأخوذة من الدهن تعادل ٢,٢٥ مرة قيمة الطاقة المأخوذة من كل من المواد الكربوهيدراتية والبروتينة ويطلق على حاصل المجموع مجموع المواد الغذائية المهضومة TDN والذىيستخدم للمقارنة بين مواد العلف

المختلفة . ولذلك لحساب الـــTDN قيمة التحليل الكيماوى للنادة الغذائية ثم معامل الهضم ومن ثم يتم تقدير الجزء المهضوم من كل من مكونات الغذاء .

**مثال :-** إذا فرض أن مادة غذائية تحتوى على ١٠% بروتين خام و١٤% ألياف و ٣٥% كربوهيدرات ذائبة NFE و٣% مستخلص ايزى (دهن) وكان معامل هضم البروتين لألياف والكربوهيدرات الذائبة والدهن هي ٧٥ ،٧٠، ٦٠، ٥٠%على التوالى احسب مجموع المواد الغذائية المهضومة .

| التركيب الكيمائى | معامل الهضم% | الكمية المهضومة | |
|---|---|---|---|
| بروتين خام | ١٠ = ٠.١و | ٧٥ | ٧,٥ |
| ألياف | ١٤ | ٧٠ | ٩,٨ |
| كربوهيدرات ذائبة | ٣٥ | ٥٠ | ٢١ |
| دهون | ٣ | ٦٠ | ١,٥ × ٢,٢٥ |

إذن مجموع المواد الغذائية المهضومة TDN = ٧,٥+٩,٨+٢١+(١,٥×٢,٢٥)=٤١,٧

والنظام الامريكى هو المستخدم للـــTDN وذلك على عكس معادل النشا S.E والذى يعتبر النظام الانجليزى هو المستخدم له . حيث فى امريكا قام موريسون Morrison بجمع . نتائج التجارب التى اجريت لتقدير معامل هضم المواد الغذائية المختلفة ثم حسب من هذه النتائج مجموع المواد الغذائية المهضومة فى كل منها واستعملت للمقررات الغذائية التى وصفها لمختلف انواع الحيوانات فى ظروف مختلفة من الانتاج وتعرف هذه المقررات بمقررات موريسون .

**الاعتراضات على تقدير قيمة المواد الغذائية على اساس الـTDN**

هناك اعتراضات على تقدير قيمة المواد الغذائية على اساس الـــTDN واهمها:-

١- يفترض فى تجارب الهضم أن كل الخارج من الروث عبارة عن مواد غذائية مهضومة وهذا افتراض خاطئ حيث أن الروث يحتوى على ما بعض ما يفرزه الحيوان من عصارات ومواد مخاطية لجدر الامعاء والذى يحتوى على عدد كبير من الميكروبات التى تعيش فى القناة الهضمية والتى يجب استقطاعها من الجزء المهضوم .

٢- الغازات التى تخرج على صورة ميثان وثانى اكسيد الكربون وذلك عند هضم السيليلوز فى المجترات بواسطة ميكروبات الكرش وعند حساب معامل الهضم يعتبر الفقد فى الغذاء على هذه الصورة أنه جزء مهضوم من الكربوهيدرات حيث أنه لا يظهر فى الروث .

٣- لا ينطبق ما يجرى من تقدير معامل الهضم على المجترات على الحيوانات ذات المعدة الواحدة وذلك لاختلاف التركيب الفسيولوجى الهضمى .

٤- بعض الاملاح المعدنية مثل الكالسيوم والفوسفور يتم تقديرهما فى الروث علماً بأنه يمكن ان تكون فيه هذه المواد المعدنية قد هضمت وامتصت فى الجسم وادت دورها فى العمليات الحيوية ثم يتخلص الحيوان منها بعد الاستفادة منها .

٥- لطبيعة وتركيب الغذاء أهمية كبيرة فى قابليته للهضم وعند تغذية الحيوانات المجترة فإنه غالباً ما يستخدم غذاء مركز وآخر مالئ ولذلك فإن ارتفاع نسبة الألياف فى مخلوط الغذاء قد تؤثر على هضم بقية مكونات الغذاء ولذلك فإن استفادة الحيوان من مخلوط من مواد غذائية لا يكون بمقدار المتوسط الحسابى لمعامل هضم مكوناته كل علىحدة . كما أن طريقة تركيب الغذاء لها تأثير على قابليته للهضم فالدهون فى حالة الحبوب مثلاً اغلبة دهون حقيقية ولذا فإن قابليته للهضم أعلى من الدهن فى الأعشاب التى تحتوى على كثير من المواد غير القابلة للتصبن .

٦- إذا كان مرور الغذاء فى القناة الهضمية سريعاً فإنه قد يحول دون اتمام هضمه هضماً كاملاً حيث لا يتعرض الغذاء للوقت الكافى للعصارات الهاضمة كما أن بطء مرور الغذاء عن الحد الطبيعى يجعل الغذاء عرضة للتخمر .

٧- طرية تحضير الغذاء لها دور فى معامل الهضم فطحن الحبوب مثلاً يزيد من قابليته للهضم فى الحيوانات الصغيرة التى لا يكتمل اسنانها بينما لا يؤثر كثيراً على قابليته للهضم فى الاغنام لأن اسنانها تستطيع طحن الغذاء .

٨- معامل الهضم يؤثر عليه الاختلافات الفردية للحيوانات كما تؤثر عليه أيضاً المجهود الذى يقوم به الحيوان وهذا يؤثر بدوره على مجموع المواد المهضومة الكلية .

٩- طريقة التحليل الكيمائى والغذائى لمواد العلف والروث فأى خطأ يحدث يؤثر بدوره على معامل الهضوم والذى يؤثر بدوره على مجموع المواد المهضومة الكلية.

### النسبة الزلالية

البروتين عامل هام فى تحديد القيمة الغذائية لمواد العلف وغالباً ما يطلق على احتواء مادة العلف للبروتين المهضوم بالنسبة للمكونات الاخرى بالنسبة الزلالية . فإذا

فرض أن الذرة مثلا تحتوى على ٨٠% TDN والبروتين المهضوم بها ٧% فإن المواد الغذائية غير الآزوتية بالذرة تساوى ٨٠-٧=٧٣

والنسبة الزلالية هي ٧: ٧٣=١: ١٠,٤

ومعنى هذا أن كل كجم من بروتين المهضوم فى الذرة يقابله ١٠,٤كجم من المواد الغذائية المهضومه غير الازوتيه وبالطبع فأنه كلما كانت نسبة البروتين المهضوم للغذاء عالية كلما ضاقت النسبة الزلالية وعليه فإنه فى انواع الكسب فان النسبة الزلالية لها ضيقة بينما فى الاتبان والتى تحتوى على بروتين قليل فإن النسبة الزلالية واسعة .

## تقدير القيمة الغذائية لمواد العلف
## على اساس الطاقة

تعتبر طريقة تجارب الهضم فى تقدير معامل هضم مكونات الغذاء وكذلك حساب مجموع المركبات الغذائية المهضومة TDN هي أكثر الطرق شيوعاً . ولكن نظراً للفقد الكبير من الغذاء فى ما يخرجه الحيوان فى صورة غير قابلة للهضم . ونظراً لأن هناك فقد من الغذاء فى صورة غازات وبخاصة فى الحيوانات المجترة فإن تقدير هذا الفقد من غازات والفقد فى البول والروث يمكن الوصول إلى قيم أكثر دقة مقدرة على اساس مجموع المواد الغذائية المهضومة .

### موازين الغذاء :-

لتقدير الفقد فى الغازات امكن استخدام موازين الغذاء التى استخدمها العالم كلنر فى تقدير القيمة الغذائية لمواد العلف على اساس معادل النشا الذى يمكن تطبيقه فى التعبير عن القيمة الغذائية لمواد العلف مقدرة على اساس الطاقة الصافية الناتجة منها .

وقد فكر كثير من العلماء فى تقدير الغازات التى تفقد عند هضم المواد الغذائية ومن أقدم هذه التجارب هو ما قام به العالم Sanctorions سنة١٦١٦م فى تجربة اجراها على نفسه وبطريقة رغم بدائتها فأنها تعد الخطوة الأولى نحو تقدير القيمة الغذائية أو ميزان الغذاء فقد قام العالم بجلوسه على ميزان ويزن نفسه ثم يضيف للميزان صنجا تعادل ما يتم أكله من طعام وكان يتوقف عن الطعام عندما يصل الميزان إلى حالة التوازن وكان يجمع بوله وبرازه ويزنها وبعد انتهاء التجربة وتسجيله بياناته من وزنه للغذاء والماء ووزنه لما اخرجه من بول وبراز استنتج أنه لا بد وأن قد اكتشف أن هناك فقد للغذاء على صور أخرى غير ما كان منه فى صورة البول والبراز .

وفى عام ١٨٣٨م قام Boussingault بتجربة أخرى قدر فيها ميزان الغذاء لعليقة بقرة اعطاها قدر من الغذاء يكفى لسد احتياجاتها . وقد قدر العالم ما استفادته البقرة فى غذائها من كل من الكربون والاكسجين والازوت والرماد كما قدر ما اخرج فى البول والبراز وما انتجته من لبن وهذا هو الاساس لذلك النوع من التجارب الذى يطلق عليه الأن تقدير ميزان الغذاء . والأن يتم تقدير ميزان الازون لسهولة اجراءه وفى كثير من الاحيان يجرى ميزان كل من الازوت والكربون لمعرفة ما يستفيده الحيوان من الغذاء فى صورة بروتين أو دهن أو ما يفقده الحيوان من جسمه فى حالة نقص الغذاء .

**ميزان الازوت**

عند تقدير الازوت فى غذاء الحيوان ومعرفة ما أخرجه من ازوت فى البول والبراز فإنه يمكن معرفة ما إذا كان الحيوان يبنى أو يهدم بروتين فى جسمه . وكذلك يستخدم ميزان الازوت فى معرفة القيمة الحيوية لنوع من انواع البروتينيات وامكانية تقدير حاجة الحيوان من البروتين فى عليقته . والمثال التالى يوضح ميزان الازوت :-

أذا فرض أن دخل الازوت من الدريس يوميا لحيوان ٧٥ جم والخارج فى الروث ٣٠جرام وفى البول ٤٥جرام فهل هذا الحيوان يهدم أو يبنى بروتين .

| | الدخل من الازوت | الخارج من الازوت |
|---|---|---|
| دريس | ٧٥ | - |
| روث | - | ٣٠ |
| بول | - | ٤٥ |
| | ٧٥ | ٧٥ |

من النتائج السابقة يتضح أن الحيوان فى حالة توازن فإذا زاد دخل الازوت عما يخرجه فى بوله وبرازه فإن الحيوان فى هذه الحالة يكون فى حالة توازن موجب بالنسبة للازوت Positive Nitrogen balance ويدل ذلك أن الحيوان يبنى فى جسمه والعكس يكون ميزان أزوت سالب أى أن الحيوان يهدم من جسمه . وفى ميزان الازوت يمكن تقدير البروتين حيث أن الازوت ×٦,٢٥ يعطى كمية البروتين المحجتزة أو المهدمة من الجسم .

ويراعى عند اجراء ميزان الازوت على الابقار الحلابة ضرورة تقدير الازوت فى اللبن الناتج . كما يجرى ميزان الازوت بنفس النظام المتبع فى تجارب الهضم مع مراعاة جمع البول فى هذه الحالة ويقدر الازوت به وكذلك تقدير الازوت فى الروث ويفضل ان يجمع كل من البول والروث كل على حدة حيث أن الازوت الموجود فى الروث يمثل الجزء

غير المهضوم من بروتين الغذاء بينما الجزء الموجود فى البول يمثل الجزء الناتج من عمليات التمثيل الغذائى Cateabolism .

### ميزان الكربون

تقدير ميزان الازوت كما سبق هو ادق وسيلة للتحقق من نمو الحيوانات الصغيرة إذ يمكن بواسطة ميزان الازوت تقدير ما أمكن للحيوان بنائه فى جسمه من بروتين والاكتفاء بزيادة وزن الحيوان النامى لا تعد دليلا قاطعاً على أن الحيوان يبنى بروتيناً جديداً فى جسمه بل قد تكون هذه الزيادة فى الوزن نتيجة لتراكم الدهن فى انسجتة وليست نتيجة لزيادة فى بروتين الغذاء . وعليه فإذا اريد معرفة مدىالزيادة أو النقص فى جسم الحيوان على صورة دهن فإنه يجرى فى هذه الحالة ميزان الكربون وذلك بمعرفة ما يدخل من الكربون وما يخرج منه من الحيوان . وحيث أن الكربون جزء منه يخرج على صورة غازات فلا بد من تقدير هذه الغازات لادخالها فى عمليات حساب ميزان الكربون ولتقدير كمية الغازات يوضع الحيوان فىغرفة التنفس Respiration chambers وهى غرفة يمكن التحكم فى كمية الهواء والغازات الداخلة والخارجة فيها وهناك نوعين منها النوع الأول هو الغرف ذات الدائرة المغلقة Closed Circuie وتسمى كذلك لأنه الهواء عند خروجه من الحيوان نتيجة لتنفسه فإنه يمر على اوانى لامتصاص ما به من بخار الماء وثانى اكسيد الكربون يدخل بعد ذلك فىغرفة التنفس لاستعماله فى تنفس الحيوان مرة أخرى . ومن وقت لآخر يجدد هواء الغرفة بواسطة جزء من الاكسجين يمكن تقدير حجمه بواسطة جهاز خاص وبعد انتهاء التجربة توزن الاوانى الخاصة بامتصاص غاز ك أ٢ والفرق بين وزن هذه الاوانى قبل وبعد التجربة يدل على وزن ك أ٢ الذى يخرج من الحيوان فىهواء الزفير فىعملية التنفس . وكذلك ك أ٢ الذى يخرج نتيجة لعمليات التخمر فى الكرش. بينما غاز الميثان الناتج فيقدر بأخذ عينة من هواء الغرفة ويقدر فيها الميثان باكسدته وتحويله إلى ك أ٢ الذى منه يمكن تقدير كمية غاز الميثان .

أما النوع الثانى من غرفة التنفس فيسمى غرف التنفس ذات الدائرة المفتوحة Open Circuit وهى تختلف عن النوع السابق فى ان الهواء الداخل لغرفة التنفس يكون هواء متجددا دائماً يجمع بعد خروجه من غرفة التنفس لتقدير ك أ٢ فيه ولا يستعمل مرة أخرى فى تنفس الحيوان .

**ميزان الازوت والكربون**

عن طريق غرف التنفس Respiration chambers يمكن تقدير كل من ميزان الازوت والكربون ومن نتائجه يمكن تقدير مدى استفادة الحيوان من الغذاء ومقدار ما يستطيع بناءه أو هدمه من البروتين أو الدهن والمثال التالى يوضح ذلك :

مثال :- إذا علمت أن الازوت الداخل فى الحيوان فىالغذاء ٤٠٠جم والخارج فى الجسم ١٠٠جم عن طريق الروث ٢٠٠جم عن طريق البول والداخل من الكربون ٥٠٠٠جم والمخرج فى الروث والبول والغازات ١٤٠٠، ٣٠٠، ٢٠٠٠ على الترتيب فما هى كمية كل من البروتين والدهن الذى يهدمها أو يبنيها هذا الحيوان .

| | أزوت | | كربون | |
|---|---|---|---|---|
| | داخل | خارج | داخل | خارج |
| الغذاء | ٤٠٠ | - | ٥٠٠٠ | - |
| الروث | - | ١٠٠ | - | ١٤٠٠ |
| البول | - | ٢٠٠ | - | ٣٠٠ |
| الغازات | - | - | - | ٢٠٠٠ |
| | ٤٠٠ | ٣٠٠ | ٥٠٠٠ | ٣٧٠٠ |

المجتر من الأزوت = ٤٠٠-٣٠٠ =١٠٠جم أزوت

المجتر من الكربون = ٥٠٠٠-(١٤٠٠+٣٠٠+٢٠٠٠)=١٣٠٠جم كربون

والمعروف أن اللحم الخالى من الدهن (بروتين الجسم) يحتوى على ٥٢,٥٤% كربون ، ١٦,٦٧% أزوت ، والدهن يحتوى على ٧٦,٥% كربون. لذا فإنه يمكن حساب كمية البروتين والدهن التى بنيت او هدمت فى جسم الحيوان. لذا يجب أولاً تقدير كمية الكربون الذى يدخل فى تركيب البروتين ثم تطرح كمية الكربون هذه من الكربون الكلى المحتجز ثم يقدر الدهن المتكون فى جسم الحيوان كما يلى :-

كل ١٠٠جم من البروتين بها ١٦,٦٧ أزوت .

س بروتين بها ١٠٠ أزوت .

س بروتين = ١٠٠×١٠٠/١٦,٦٧ = ٥٩٩,٨٨جم بروتين .

كل ١٠٠جم بروتين بها ٥٢,٥٤جم كربون .

٥٩٩,٨٨ بها س كربون .

س كربون = ٥٩٩,٨٨×٥٢,٥٤/١٠٠ = ٣١٥,١٧جم كربون .

الكربون المتبقى لتكون الدهن =١٣٠٠-٣١٥,١٧ = ٩٨٤,٨٣جم كربون .

الدهن يحتوى على ٧٦,٥% كربون .

كل ١٠٠جم دهن ٧٦,٥بها جم كربون .

س دهن بها ٩٨٤,٨٣جم كربون .

س دهن = ٩٨٤,٨٣×١٠٠/٧٦,٥ = ١٢٨٧,٣٦جم دهن .

**معادل النشا**

هو احد مقاييس الاغذية المستخدمة والتى يرجع الفضل فيها إلى العالم الالمانى كلنر الذى استنتج نظرية معادل النشا . وقد أختير النشا كمقياس لأن الكربوهيدرات تكون معظم الاغذية الطبيعة لحيوانات المزرعة وكان تعريفه لمعادل النشا لأى مادة غذائية هو عدد كيلو جرامات النشا المهضوم والذى يكون عند تسمين الحيوان التام النمو وهنا يعادل الدهن المتكون من ١٠٠كجم من المادة الغذائية . فمثلاً معادل النشا للذرة ٨٠ معنى ذلك أن كل ١٠٠كجم من الذرة تكون ما يعادل الدهن الذى يتكون من ٨٠كجم نشا.

بدأ كلنر تجاربه بدراسة احتياجات الحيوان من العليقة الحافظة وذلك باستخدام ميزان الازوت والكربون وبعد أن عرف العليقة الحافظة بدأ فى اضافة مواد غذائية نقية (كربوهيدرات – بروتين – دهن) لهذه العلائق الحافظة لدراسة قدرتها على تكوين دهن فى جسم الحيوان ووجد الآتى :-

١كيلو جرام نشا مهضوم ينتج دهناً مقداره ٢٤٨جم قيمته الحرارية ٢٣٦٠ سعراً كبيراً .

١كيلو جرام بروتين مهضوم ينتج دهناً مقدراه ٢٣٥جم قيمته الحرارية ٢٢٣٣سعراً كبيراً .

١كيلو جرام دهن كسب ينتج دهناً مقدراه ٥٩٨ جم قيمته الحرارية ٥٦٨١ سعراً كبيراً .

١كيلو جرام دهن حبوب ينتج دهناً مقدراه ٥٢٦جم قيمته الحرارية ٤٩٧٧ سعراً كبيراً .

١كيلو جرام دهن تبن ينتج دهناً مقدراه ٤٧٤ جم قيمته الحرارية ٤٥٣٠ سعراً كبيراً .

وبمقارنة الدهن المتكون من المركبات الغذائية بالمتكون من النشا باعتباره وحدة القياس نجد أن :-

١- ١كيلو جرام نشا مهضوم = ٢٤٨/٢٤٨ = ١كيلو جرام نشا .

٢- ١كيلو جرام بروتين = ٢٤٨/٢٣٥ = ٠,٩٤ كيلو جرام .

٣- ١كيلو جرام دهن كسب = ٢٤٨/٥٩٨ = ٢,٤١ كيلو جرام .

٤- ١كيلو جرام دهن حبوب = ٢٤٨/٥٢٦ = ٢,١٢ كيلو جرام .

٥- ١كيلو جرام دهن تبن = ٢٤٨/٤٧٤ = ١,٩١ كيلو جرام .

تسمى هذه الارقام ارقام كلنر التحويلية .

ثم أجرى كلنر تجارية على بعض مواد العلف الطبيعية وحسب كمية الدهن المتكون فى جسم الحيوان نتيجة استخدام هذه المواد ووجد أنها تعادل تقريباً الدهن المتكون حسابياً بضرب ارقام التحويل × المواد الغذائية المهضومة وعلى ذلك رأى أنه ليس من الضرورى فى كل مرة يراد بها تقدير معادل النشا لمادة أجراء تجربة (فى جهاز التنفس) وانما يمكن حساب معادل النشا بعد معرفة المواد الغذائية المهضومة فى المادة المستخدمة لتغذية الحيوان . معادل النشا المقدر على هذا الاساس يعرف بمعادل النشا الاسمى وقد وجد أن معادل النشا الاسمى بالنسبة للمواد المركزة (الكسب مثلاً) يماثل تقريباً ما حدث فعلاً فى الحيوان . ولكن بالنسبة للمواد الخشنة تبين أن هناك اختلاف فى قدرة هذه المواد على تكوين الدهن بالمقارنة بالمواد التى تحتويها هذه المواد واستخلص من ذلك أن الفرق يرجع للفقد الناتج من هضم المواد الغذائية وربط هذا الفقد بمقدار الألياف الموجودة فى هذه المواد لأن الألياف تحتاج لمجهود كبير فى مضغها وهضمها ويأخذ الحيوان هذا المجهود من المجهود الفسيولوجى النافع للغذاء .

المجهود الفسيولوجى النافع لأى مركب غذائى هو ذلك المقدار من الحرارة الذى يتبقى من حرارة المادة الغذائية بعد خصم حرارة الروث والبول (فى الحيوانات المجترة يخصم أيضاً الميثان) هذا الجزء الباقى هو الذى يستعمله الحيوان لحفظ حياته أو للانتاج .

ولاحظ كلنر أنه توجد علاقة بين نسبة الألياف فى المادة الغذائية وبين الفقد فى المجهود وقدر الفقد فى الغذاء نتيجة وجود ١كيلو جرام الياف خام كلية فى العليقة بحوالى ١٤٣جم دهن .

وحيث أن ١كيلو جرام نشا يكون ٢٤٨جم دهن . على ذلك يكون الخصم لكل ١كيلو جرام ألياف خام فى العليقة =١٤٣/٢٤٨ – ٠,٥٨ كجم نشا .

اما فىحالة الاتبان الناعمة والمواد القليلةالالياف فالخصم يعادل ٠,٢٩كيلو جرام نشا لكل ١كيلو جرام ألياف خام .

### حساب معادل النشا

### أولاً : حساب معادل النشا الاسمى :

لحساب معادل النشا الاسمى لمادة علف تعمل تجربة هضم لتقدير المواد الغذائية المهضومة فى مادة العلف أو يمكن أيضاً معرفة المواد المهضومة من جداول الهضم علىتجارب سابقة بشرط أن يكون تركيب المادة الكيمائى مشابه للتركيب الموجود فى الجدول ثم ضرب المركبات الغذائية المهضومة فى عوامل كلنر التحويلية وهى :-

١ الكل من الألياف المهضومة والكربوهيدرات الذائبة المهضومة .

٠,٩٤ للبروتين المهضوم .

٢,٤١ لدهن الاكساب .

٢,٢ لدهن الحبوب .

١,٩١ لدهن المواد الخشنة .

ومجموع حاصل الضرب يكون معادل النشا الاسمى .

## ثانياً : حساب معادل النشا الحقيقى :

### ١- بواسطة عامل الغذاء المفيد :

وجد العالم كلنر من تجاربه أن بعض المواد العلف خصوصاً الغليظة لا تكون دهناً يعادل الدهن المفروض أن يتكون بالطريقة الحسابية وقد أوجد كلنر نسبة مئوية لكل مادة علف سميت هذه النسبة بعامل الغذاء المفيد .

$$\text{عامل الغذاء المفيد} = \frac{\text{نسبة الدهن المتكون حقيقة فى الحيوان}}{\text{نسبة الدهن الذى يتكون لو كانت مركبات الغذاء نقية}} \times ١٠٠$$

ويضـــرب هذا العامل فى معادل النشا الاسمى ينتج معادل النشا الحقيقى . هذه العوامل توجد فى جداول خاصة وعادة يقدر معادل النشا الحقيقى فى المواد المركزة بهذه الطريقة .

مثال :

كانت نتائج التحليل الكيمائى ومعامل الهضم لاحدى عينات المواد الغذائية كما هو مبين بالجدول التالى . وكان عامل الغذاء المفيد ٩٥% فما هو معادل النشا الحقيقى .

| التركيب الكيمائى | معامل الهضم% | الأغنية المهضومة ١٠٠ كجم مادة جافة | أرقام كلنر التحويلية | معادل النشا الأسمى |
|---|---|---|---|---|
| بروتين ٣٠% | ٧٠ | ٢١ | ٠,٩٤ | ١٩,٧٤ |
| دهن ٨% | ٨٠ | ٦,٤ | ٢,٤١ | ١٥,٤ |
| ألياف ٦% | ٤٠ | ٢,٤ | ١ | ٢,٤ |
| كربوهيدرات ٣٠% | ٣٠ | ٩ | ١ | ٩ |

**حساب معادل النشا بواسطة خصم الألياف:**

**مثال: كانت نتائج التحليل الكيماوى ومعامل الهضم لكسب القطن الغير مقشور كما هو مبين بالجدول السابق فاحسب معادل النشا الحقيقى ؟**

**مجموع معادل النشا الاسمى = ٤٦,٥٤**

**بما ان الألياف تمثل ٦% اذا الخصم ٠,٣٤**

**خصم الألياف = ٤٦,٥٤ × ٠,٣٤ =١٥,٨٢**

**معادل النشا الحقيقى = ٤٦,٥٤-١٥,٨٢ = ٣٠,٧٢**

**مثال آخر :**

**عينة من برسيم أخضر نسبة الرطوبة له ٧٠% ويحتوى على ما يأتى لكل ١٠٠كجم مادة جافة تماماً . احسب معادل النشا الحقيقى للبرسيم الأخضر؟**

| التركيب الكيمائى | معامل الهضم% |
|---|---|
| بروتين ٨% | ٧٠ |
| دهن ٣% | ٤٠ |
| الياف ٣٠% | ٥٥ |
| كربوهيدرات ٤٥% | ٦٠ |

| التركيب الكيمائى | معامل الهضم% | الاغذية المهضومه ١٠٠ كجم مادة جافة | ارقام كلنر التحويلية | معادل النشا الاسمى |
|---|---|---|---|---|
| بروتين ٨% | ٧٠ | ٥,٦ | ٠,٩٤ | ٥,٢٦ |
| دهن ٣% | ٤٠ | ١,٢ | ١,٩١ | ٢,٢٩ |
| الياف ٣٠% | ٥٥ | ١٦,٥ | ١ | ١٦,٥ |
| كربوهيدرات ٤٥% | ٦٠ | ٢٧ | ١ | ٢٧ |

**معادل النشا الاسمى لكل ١٠٠كجم مادة جافة = ٥١,٠٥كجم نشا .**

**ولما كان خصم معادل النشا للالياف فى المواد الخضراء يجب أن يكون على حسب نسبة الألياف للمادة الخضراء وليس للمادة الجافة .**

**وحيث أن البرسيم به ٧٠% رطوبة فتكون نسبة المادة الجافة به ٣٠كجم .**

**بما كل ١٠٠كجم مادة جافة بها ٣٠كجم ألياف .**

**٣٠كجم مادة جافة بها س كجم ألياف .**

**س= ٣٠×٣٠/١٠٠ = ٩كجم ألياف موجودة فى كل ١٠٠كجم برسيم أخضر .**

حسب الجدول الخاص بنسبة الألياف فى المادة الخضراء يكون معادل النشا الواجب خصمه لكل ١كجم ألياف هو ٠,٤١كجم نشا .

اذن الخصم فى هذه الحالة = ٣٠×٠,٤١ = ١٢,٣كجم معادل نشا .

معادل النشا الحقيقى للمادة الجافة = ٥١,٠٥ – ١٢,٣ = ٣٨,٧٥كجم نشا .

وحيث أن كل ١٠٠كجم برسيم أخضر يحتوى على ٣٠% مادة جافة .

معادل النشا الحقيقى للبرسيم الأخضر = ٣٨,٧٥×٣٠/١٠٠=١١,٦٣ كجم نشا .

## تقدير الطاقة للأغذية

إن التنفس عبارة عن عملية احتراق للمواد الغذائية تتم بواسطة الاكسجين الداخل فى هواء الشهيق وينتج عنها ثانى اكسيد الكربون الذى يخرج فى عمليات الزفير . وينتج عن عمليات الأكسدة هذه قدراً من الطاقة يستخدمه الحيوان فى حفظ حياته وفى اغراضه الإنتاجية المختلفة .

ولما كانت المواد العضوية يمكن اكسدتها فى جسم الحيوان فإن الطاقة المستمدة من تلك المواد يمكن أن تتخذ كمقياس لتقدير تلك المواد كغذاء للحيوان .

## الطاقة الكلية Gross Energy

عند احتراق مادة ما احتراق فإن نواتج عملية الاكسدة هذه تكون هي الماء وثانى اكسيد الكربون مصحوبة بانبعاث حرارة يطلق عليها حرارة الاحتراق أو الطاقة الكلية Gross Energy ولتقدير الطاقة الكلية فى مادة ما يحرق وزن معلوم من هذه المادة فى جو من الأكسجين المضغوط داخل جهاز يسمى المسعر الحرارى Bomb Calorimeter فيه تمتص الحرارة الناتجة من احتراق تلك المادة بواسطة قدر معلوم من الماء فيقدر بمنتهى الدقة مدى ارتفاع درجة حرارة الماء . ووحدة القياس المستعملة فى تقدير الطاقة تسمى السعر أو الــCalorie والسعر هو مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء لدرجة حرارة واحد والــTherm عبارة عن ١٠٠٠كالورى كبير .

والمعلوم ان الطاقة الكلية الناتجة من أكسدة النشا عن مثيلاتها الناتجة من أكسدة الجلوكوز على اساس أنه وأن كان جزئ كل منهما متشابها فى التركيب إلا أن جرام النشا يحتوى نسبياً على عدد أعلى من ذرات الكربون عما فى وزن مماثل من الجلوكوز وعلى هذا فالطاقة الكلية للنشا أعلى من مثيلاتها للجلوكوز .

**الطاقة القابلة للتمثيل :**

لا تمثل الطاقة الكلية Gross Energy المقدرة بواسطة المسعر الحرارى كمية الطاقة التى يمكن للحيوان الاستفادة بها فعلاً من أى مادة غذائية . وذلك لأنه يفقد من هذه الطاقة الكلية كميات تختلف قيمتها تبعاً لنوع الغذاء وذلك على الصورة الآتية :

١- الفقد فى الطاقة فى الجزء غير القابل للهضم من الغذاء ويخرج فى الروث .

٢- الفقد من المواد الكربوهيدراتية وخصوصاً الألياف أثناء تخمرها فى الكرش فى صورة غازات .

٣- الفقد من طاقة فيما يخرجه الحيوان من يوريا فى البول فإن الحيوان يتخلص من القدر الزائد عن حاجته من أزوت المواد البروتينية على صورة يوريا وغيرها من المواد الأزوتية غير تامة الاكسدة فيسبب هذا فقد جزءاً من الطاقة الكلية للغذاء فيما يفرزه من اليوريا . أما إذا اكسدت المواد البروتينية فى المسعر الحرارى وقدرت الطاقة الكلية لها فإن الاكسدة فى هذه الحالة تكون تامة بخلاف ما يحصل فى جسم الحيوان . وتكون نواتج الاكسدة فى المسعر هى ثانى اكسيد الكربون والماء والأزوت .

وعلى ذلك فإن الطاقة القابلة للتمثيل Metabolizable Energy لأى مادة غذائية يمكن تقديرها بواسطة طرح الطاقة المفقودة فى كل من الروث والبول والغازات (التى تخرج من أمعاء الحيوان) من الطاقة الكلية للغذاء .

هذا وإن كانت الطاقة القابلة للتمثيل تعد قياساً اكثر دقة وذلك لأنه يراعى فى تقديرها أوجه من الفقد فى الغذاء لا يمكن تقديرها عند حساب الجزء المهضوم منه فقط .

ونظراً لأن الفقد فى صورة غازات فى حالة الحيوانات ذات المعدة الواحدة لا يكون كبيراً لذلك فإنه عند تقدير الطاقة القابلة للتمثيل لمواد العلف التى تستعملها هذه الحيوانات فإن الامر لا يقتضى تقدير الفقد فى صورة غاز الميثان . وعلى ذلك فإن تقدير الطاقة القابلة للتمثيل فى هذه الحالة يمكن أجرائه بنفس الطريقة التى يقدر بها ميزان الازوت دون الحاجة إلى استعمال غرف التنفس .

أما فى حالة الحيوانات المجترة فإنه لا بد من تقدير غاز الميثان الذى ينتج من عمليات تخمر الغذاء ولذلك فإنه عند تقدير الطاقة القابلة للتمثيل فى هذه الحالة لا بد من استعمال غرف التنفس لتقدير الفقد من الغذاء فى صورة غازات .

ولما كانت أجهزة التنفس لا تتوفر فى كثير من الاحيان لذلك فقد فكر الباحثون فى تقدير الفقد من الغذاء فى صورة غاز الميثان بطرق حسابية تمكن من الاستغناء عن

استعمال غرف التنفس فقد تمكن ارمسبى Armsby بعد تجارب عملية استخدام فيها المسعر التنفسى من إيجاد علاقة بين الكربوهيدرات المهضومة وغاز الميثان الذى يخرجه الحيوان إذ وجد أن الحيوان يخرج ٤,٥جم من الميثان مقابل كل ١٠٠جم من الكربوهيدرات المهضومة .

وقد حاول كثير من العلماء بعد أداء عدة تجارب عملية لتقدير الفقد فى صورة غازات إيجاد معادلات يمكن بها تقدير هذا الفقد بمعرفة الجزء المهضوم من المادة الجافة فى الغذاء أو من المكونات الغذائية المهضومة فى العليقة وقد استنتج Swift المعادلتين التاليتين لحساب الفقد من الغذاء فى صورة غاز الميثان فى حالة الاغنام والأبقار .

فى حالة الأغنام :

الميثان بالجرام = ٢,٤١(كمية الكربوهيدرات المهضوم ١٠٠جم) +٩,٨٨

فى حالة الأبقار :

الميثان بالجرام =٤,١٢(كمية الكربوهيدرات المهضوم ١٠٠جم) ×١٧,٦٨ وتقدر الطاقة الموجودة فى ١جم من الميثان بـ١٣,٣٤ سعراً كبيراً .

**الطاقة الفسيولوجية :**

سبق الإشارة إلى أن قيمة الطاقة الكلية لمكونات الغذائية فى صورتها النقية يمكن اعتبارها فى المتوسط ٤,١كالورى لكل ١جم من المواد الكربوهيدراتية و٩,٤٥كالورى لكل جرام من الدهون و٥,٦٥كالورى لكل جرام من البروتينيات . وقد وجد أنه إذا ضربت هذه القيم الكلية لهذه المكونات فى معامل هضمها فإن القيمة المتحصل عليها نتيجة لذلك تكاد تقرب من قيمة الطاقة القابلة للتمثيل . فاعتبار أن معامل هضم المواد الكربوهيدراتية ٩٨% والدهون ٩٥% تكون الطاقة الفسيولوجية لهذه المكونات كما يلى :-

الكربوهيدرات ٤,١ ×٩٨% = ٤ كالورى لكل جرام .

الدهون ٩,٤٥ ×٩٥% = ٩ كالورى لكل جرام .

البروتينيات (٥,٦٥-١,٢٥) ×٩٢% = ٤ كالورى لكل جرام .

وسبب خصم ١,٢٥ من الطاقة الكلية للبروتينيات قبل ضربها فى معامل الهضم هو اعتبار أن هذه القيمة تعادل ما يفقد من البروتينيات فى صورة يوريا ومواد أزوتية أخرى فى البول .

ولهذا فإنه عند تقدير الطاقة القابلة للتمثيل الناتجة من أغذية الانسان يمكن احتساب هذه الطاقة بمعرفة التحليل الكيماوى للغذاء والاستعانة بالقيم السابقة للطاقة الفسيولوجية

للمكونات الغذائية . ولا يصح استعمال القيم المذكور للطاقة الفسيولوجية فى حساب هذه الطاقة فى عليقة الحيوان وذلك لأن معاملات الهضم المذكورة تعد مرتفعة عما يجب أن تكون عليه فى حالة الحيوان كما أن القيمة ١,٢٥ التى تخصم من البروتينيات مقابل ما به من مواد أزوتية تعد قليلة نظراً لاحتواء البول فى حالة الحيوانات آكلة الأعشاب على نسبة كبيرة من حامض الهيدروكلوريك .

**الطاقة الصافية Net EnergyValue**

تحدث فى جميع الخلايا الخية بجسم الحيوان تفاعلات كيمائية مستمرة تعد ضرورة لاستمرار الحياة وينتج فى معظم هذه التفاعلات حرارة يستخدمها الجسم فى الاحتفاظ بدرجة حرارته ثابتة . وما زاد عن ذلك فلا بد أن يتخلص منه الحيوان حتى تظل درجة حرارة جسمه ثابتة . ولما كانت درجة حرارة الجسم فى أغلب الأوقات (ماعدا فى أيام الحر الشديد) أعلى من درجة حرارة الوسط المحيط به فإن الجسم يفقد دائماً جزءاً من حرارته بالاشعاع ويحدد ذلك الفقد حرارة الجو الذى يعيش فيه الحيوان وعوامل اخرى مثل وجود الشعر ودرجة كثافته ودرجة سمنه الحيوان .

وتنظيم حرارة الجسم بواسطة تنظيم سرعة توارد الدم إلى الأجزاء السطحية للجسم وبواسطة تنظيم سرعة التنفس . فإذا دعت الضرورة إلى التخلص من جزء من حرارة الجسم توارد الدم إلى السطح الخارجى للجسم ويحدث تمدد فى الأوعية الدموية فيسهل بذلك فقد الحرارة بالاشعاع كما تفتح الثغور فتسمح بفقد الحرارة نتيجة للتبخر ويحدث عكس هذا إذا دعت الحال إلى احتفاظ الجسم بحرارته وتسمى هذه الوسيلة لتنظيم حرارة الجسم بالتنظيم الطبيعى Physical Regulation . وإذاعجز الجسم بواسطة هذه الطريقة الطبيعية عن الاحتفاظ بدرجة حرارته الثابتة كما يحدث فى أيام البرد الشديد . فإن هذا يدعو على سرعة أكسدة الغذاء لإنتاج الحرارة التى تكفى لكى تظل حرارة الجسم ثابتة . ويسمى هذا التنظيم بالتنظيم الكيمائى Chemical Regulation وتعد حالة القشعريرة Shevering التى تحس بها الحيوان احيانا أثناء البرد الشديد حركة غير إرادية للعضلات يبدو أنها تدعو إلى زيادة إنتاج الحرارة بجسم الحيوان عندما يعجز التنظيم الطبيعى عن حفظ درجة حرارة الحيوان عند الدرجة التى يجب أن تكون عليها . وتسمى درجة الحرارة التى لا تكفى عندها التنظيم الطبيعى للاحتفاظ بدرجة حرارة الجسم ثابتة والتى يبدأ عندها التنظيم الكيمائى عمله بدرجة الحرارة الحرجة Critical Temperature وقد قدرت درجة الحرارة هذه لبعض الحيوانات وهى فى حالة صيام فكانت للفيران٢٨ ٥ وللدواجن ١٧ ٥

وللانسان ١٥ ٥ . ويؤدى قص الشعر أو تعرض الحيوانات لتيارات الريح إلى ارتفاع درجة الحرارة الحرجة للحيوان . وعلى عكس ذلك فإن زيادة سمنة الحيوان تؤدى إلى انخفاض هذه الدرجة . ويعمل تناول الغذاء على زيادة انتاج الحرارة بجسم الحيوان وعلى ذلك فإنه يعد الطريقة العملية التى تؤدى على خفض درجة الحرارة الحرجة .

ولتقدير الطاقة الصافية للغذاء يجب تقدير ما يفقده الجسم من طاقة الغذاء فى صورة حرارة على النحو السابق . ويمكن تقدير ذلك الفقد بواسطة أجهزة خاصة تسمى Respiration Calorimeter(يشبه من حيث الفكرة المسعر الحرارى Bomb Calorimeter إلا أنه يتسع للحيوان المختبر . وكما أنه يمكن بواسطة المسعر الحرارى تقدير الحرارة التى تنتج من احتراق الغذاء فإن الحرارة التى تنتج بجسم الحيوان نتيجة لعمليات الأكسدة يمكن قياسها بواسطة وضع الحيوان فى غرفة تبنى بطريقة خاصة تسمح بتقدير تلك الحرارة) وبطرح ما يفقد من الغذاء فى صورة حرارة من الطاقة القابلة للتمثيل يكون الناتج هو القدر الفعلى من الطاقة المستمدة من الغذاء Net Energy وهى فى الواقع القيمة الحقيقية للطاقة التى يمكن أن يستخدمها الجسم فى أغراضه المختلفة .

وعلى ذلك فإن مقارنة المواد الغذائية على اساس قيمة الطاقة الصافية المستمدة منها يعد أدق كثيراً من مقارنتها على اساس مجموع المواد الغذائية المهضومة منها TDN ونظراً لندرة اجهزة Respiration Caloimeters وغلو ثمنها فإن تقدير الطاقة الصافية NE للمواد الغذائية لم يتيسر اجراؤه إلا فى قليل من محطات التجارب . ويعد ارمسبى Armsby صاحب فكرة تقدير القيمة الغذائية لمواد الغذاء على اساس الطاقة الصافية لها . NE وقد بنى نظريته هذه على لساس أنه فى عملية تمثيل الغذاء لابد من حدوث فقد من طاقته يجب إضافته إلى انواع الفقد فى الطاقة الأخرى التى تقدر عند حساب الطاقة القابلة للتمثيل Metabolizable Energy كما اعتقد Armsby أن هذا الفقد يكون فى صورة حرارة ويمكن تقديره على هذه الصورة. ولذلك فقد كان ارمسبى يقدر الحرارة التى تنتج من الغذاء عندما يعطى للحيوان بقدر معين ثم يزيد هذا القدر بكمية أخرى معروفة من نفس الغذاء . ثم يقدر الحرارة التى ينتج عن الغذاء فى هذه الحالة . ويعد الفرق بين مقدار الحرارة الناتجة فى كل من الحالتين السابقتين عبارة عن الحرارة الناتجة من الكمية المعينة التى زيدت فى غذاء الحيوان . ومن هذا يمكن معرفة مقدار الزيادة فى انتاج الحرارة الذى يقابل وحدة وزن معينة من ذلك الغذاء . فبطرح كمية الحرارة التى ينتجها وزن معين من الغذاء من الطاقة القابلة للتمثيل لنفس الكمية من الغذاء أو لغذاء مماثل يكون الناتج عبارة عن الطاقة الصافية للغذاء .

وحيث أن تقدير الطاقة الصافية للغذاء بطريقة مباشرة يستغرق وقتاً طويلاًويتكلف نفقات كبيرة فإن ارمسبى قد وضع معاملات Factors لحساب الطاقة القابلة للتمثيل من المواد العضوية المهضومة . وبعد حساب الطاقة القابلة للتمثيل بهذه الطريقة كان ارمسبى يطرح من قيمتها الفقد فى صورة حرارة Heat increment وهذه أما يقدرها بطريقة مباشرة باستعمالRespiration Caloimeters أو مقدرة من قيمة الفقد فى حالة غذاء مماثل كما سبق .

**تقدير الفقد من الغذاء فى صورة حرارة بطرق غير مباشرة Indirect Calorimetry**

يمكن مسعر التنفس Respiration Caloimeters من تقدير الفقد من الغذاء فى صورة حرارة مباشرة ويطلق على تقدير الفقد فى صورة حرارة بهذه الطريقة Direct Calorimetry لتمييزها عن طرق تقدير الفقد فى صورة حرارة بطرق غير مباشرة مبنية على اساس حساب الفقد فى صورة حرارة الذى يحدث فى العملياتالكيمائية المختلفة التى يمر بها الغذاء أثناء عملية التمثيل الغذائى وتسمى هذه الطرق Indirect Calorimetry . وبديهى أن حساب الفقد فى صورة حرارة يمكن تقديره بهذه الطريقة لو كانت جميع التفاعلات الكيمائية فى الخطوات المختلفة لتمثيل الغذاء مدروسة تماماً . ولكن "هس" قد أثبت أن معرفة هذه الخطوات الوسطية فى التفاعلات الكيمائية التىيمر بها الغذاء ليس ضرورياً لمعرفة مجموع ما يفقد منه فى صورة حرارة . فقد أثبت "هس" بقانونة المعروف باسمه Law of Hess أنه يكفى لذلك معرفة الخطوة الأولى والنهائية من التفاعلات الكيمائية التى تحدث فى الغذاء لتقدير الفقد منه فى صورة حرارة إذ أن هذا الفقد لا يتأثر بالتغيرات التى تحدث فى الخطوات الوسطية . ولهذا فإنه يمكن تقدير الفقد ى صورة حرارة أما من نتائج تجارب ميزان الأزوت والكربون أو من تقدير كمية الاكسجين المستهلكة فى عمليات التنفس وك أ٢ المخرج (عملية تبادل الغازات GaseousExchange) .

ولتوضح طريقة تقدير الفقد من الغذاء فى صورة حرارة من نتائج تجارب ميزان الكربون والأزوت تجرى تجربة ميزانى الأزوت والكربون لمعرفة كمية الدهن والبروتين التى تبنى فى جسم الحيوان .

ومن ذلك يمكن معرفة كمية الطاقة التى تلزم لبناء ذلك القدر من البروتين والدهن . فــإذا حســبت الطاقة القابلة للتمثيل المستمدة من الغذاءMetabolizable Energy فإن الفــرق بين مقدار هذه الطاقة والطاقة التى اختزنت فعلاً فى صورة دهن وبروتين يكون هو عــبارة عــن كمية الطاقة التى فقدت فى صورة حرارة . وقد وجد Armsby بالتجربة أن

الفقــد فـــى صورة حرارة مقدراً بهذه الطريقة غير المباشرة لا تختلف قيمته كثيراً عن ذلك الفقد مقدراً بطريقة مباشرة.

وهــناك طــريقة لتقدير الحرارة التى تنتج فى الجسم Heat Producation وذلك بواســطة تقدير كمية الأكسجين المستهلك فى التنفس ومعرفة الحرارة التى تنتج من كل لتر من الاكسجين وتكون النتائج أكثر دقة إذا قدرت كمية الاكسجين المستهلك فى التنفس وثانى أكســيد الكربون المخرج أى تقدير النسبة التنفسية (أى أنه تقدر كمية الحرارة الناتجة من استهلاك لتر من الاكسجين فى نسبة تنفسية معلومة . وقد وضع زنتز Zuntz جداول قدر فــيها الحرارة التى تنتج فى جسم الحيوان مقابل كل لتر مستهلك من الاكسجين فى التنفس وفـــى نسب تنفسية تتراوح بين ٠,٧،١ وعلى ذلك فإنه إذا وجد من تجربة تنفس أن حيواناً يســـتهلك ٧٠ لتراً من الاكسجين وأن النسبة التنفسية كانت ٠,٩ فبالرجوع إلى جداول زنتز نجد أن قيمة الحرارة التى تنتج من لتر من الاكسجين عند هذه النسبة التنفسية هي ٤,٩٢٤ كـــالورى وعلى ذلك تكون كمية الحرارة التى تنتج من الجسم هي ٧٠×٤,٩٢٤=٣٤٤,٦٨ كالورى .

**النسبة التنفسية :**

يطلق على نسبة حجم ثانى أكسيد الكربون الخارج فى الزفير إلى حجم الاكسجين المستهلك فى عملية التنفس النسبة التنفسية . أى أن

النسبة التنفسية = حجم ك أ٢ المخرج / حجم أ٢ المستهلك

وتتوقف قيمة هذه النسبة على النوع والتركيب الكيمائى للمواد المستعملة فى عمليات الاكسدة بالجسم . فإذا كانت المادة المؤكسدة بالجسم من المواد الكربوهيدراتية فإن طبيعة التركيب الكيمائى لهذه المواد توضح أنه فى كل جزء منها عدداً من ذرات الاكسجين يكفى لأكسدة ذرات الايدروجين الموجودة بالجزئى . وعلى ذلك فإن كل جزئى من الأكسجين يستهلك فى عملية التنفس يقابله جزئى من ثانى أكسيد الكربون يخرج فى الزفير . وعلى ذلك فإنه عند أكسدة المواد الكربوهدراتية فى جسم الحيوان فإن النسبة التنفسية فى هذه الحالة تساوى (١) .

ويوضح ذلك اكسدة الجلوكوز فى جسم الحيوان كمثل لبقية المواد الكربوهيدراتية :

كيد١٢أ٦ + ٦أ٢   ٦ك أ٢ + ٦يد٢ أ

النسبة التنفسية = ٦ك أ٢ / ٦أ٢ = ١

أما إذا كانت الدهون هي المادة التى تؤكسد فى جسم الحيوان فإن النسبة التنفسية فى هذه الحالة تكون أقل من الوحدة (حوالى ٠,٧) ويرجع ذلك إلى طبيعة التركيب الكيمائى للدهون إذ أن جزيئتها يحتوى على قدر كبير من ذرات الايدروجين والكربون وعدد قليل من ذرات الأكسجين . وعلى لذك فإنه عند اكسدة الدهون يستهلك قدر من الاكسجين أكبر من ثانى أكسيد الكربون المخرج (لأن الاكسجين يؤكسد كذلك الايدروجين الموجود فى الجزئ ويكون ماء كما يتضح من المثال لأكسدة أوليات الجلسرين) .

ك$_{٣}$يد$_{٥}$ (ك$_{١٧}$يد$_{٣٣}$ك$_{١١}$)$_{٣}$ + ٨٠أ$_{٢}$ ٥٧ك أ$_{٢}$ + ٥٢يد$_{٢}$أ

أما فى حالة اكسدة البروتينيات فإن النسبة التنفسية تكون غير ثابتة وذلك لن خطوات تمثيل المواد البروتينية والاستفادة منها تختلف من حالة إلى أخرى .

كما أنها عادة لا تتأكسد أكسدة كاملة . ولأنها تختلف فى تركيبها الكيمائى عن بعضها اختلافاً كبيراً . وعلى العموم فإن النسبة التنفسية فى حالة اكسدة المواد البروتينية تعد حوالى ٠,٨ .

فتقدير النسبة التنفسية يمكن أن يعطى فكرة عن نوع المادة التى تؤكسد فى جسم الحيوان لانتاج الطاقة اللازمة له . فإذا كانت النسبة التنفسية واحد أو ما يقرب من ذلك فإن هذا يدل على أن الكربوهيدرات هي المادة المؤكسدة .

أما إذا كانت النسبة التنفسية قريبة من ٠,٧ فإن هذا يدل علىأن الجسم يوكسد مواد دهنية لإنتاج الطاقة اللازمة له وأن الدهون هي المادة الغالية (فىعملية الأكسدة) على الأقل . أما إذا تراوحت النسبة الزلالية بين ١، ٠,٧ فإنه لا يمكن تحديد نوع المادة التى تؤكسد فى جسم الحيوان .

وقد يحدث احياناً أن تكون النسبة التنفسية زيادة عن (١) ويمكن أن يعزى ذلك إلى أن أكسيد الكربون تحت ظروف خاصة كازدياد التنفس فى حالات الاجهاد يخرج من الجسم بسرعة تفوق السرعة التى يتكون بها فى عمليات الأكسدة .

ويرجع ذلك إلى وجود ثانى أكسيد الكربون على حالة اتحاد غير تام فى خلايا جسم الحيوان . فإذا ما زاد التنفس فجأة فإنه فى هذه الحالة يخرج كثير من ثانى اكسيد الكربون فتبدو النسبة التنفسية مرتفعة . وعندما يصير التنفس عاديا فإن جزءاً من ثانى اكسيد الكربون يحتفظ فى خلايا الجسم ليعوض ما فقدته هذه الخلايا منه وعلى ذلك فالنسبة التنفسية تبدو أقل من قيمتها الحقيقية .

كذلك يمكن تفسير زيادة النسبة التنفسية عن الوحدة بأن المواد الكربوهيدراتية تحول فى الجسم إلى دهون . وذلك لأنه فى هذه الحالة يكون الجسم المواد الدهنية التى تعد

فقيرة فى ذرات الاكسجين من المواد الكربوهيدراتية التى تفوقها من حيث احتوائها على ذرات الاكسجين فتكون النتيجة زيادة فى كمية ثانى اكسيد الكربون المخرج من الزفير . وتحدث مثل هذه الظاهرة فى حالات تسمين الحيوان . وعلى عكس ذلك فإن النسبة التنفسية قد تنخفض عن ٠,٧ كما يلاحظ فى حالة الصيام (وخصوصاً فى حالة الحيوانات التى تبيت بياتا شتوياً) ويمكن تعليل ذلك بأن الدهون الموجودة فى الجسم تتحول إلى مواد كربوهيدراتية ، ويلاحظ انخفاض النسبة كذلك فى حالة مرض البول السكرى .

## المزايا والاعتراضات على تقدير الطاقة الصافية للمواد الغذائية :

لازال التفضيل بين استعمال الطاقة الصافية NE والـ TDN كأساس لتقدير قيمة المواد الغذائية عند استعمالها فى عليقة الحيوان موضع جدل بين العلماء . وذلك للأسباب الآتية :

تعتبر الطاقة الصافية أدق طريقة لتقدير قيمة المواد المالئة كمصدر للطاقة الانتاجية . لذلك فإنه فى حساب عليقة الحيوانات ذات الانتاج العالى يحسن أن يكون ذلك على اساس الطاقة الصافية المستمدة من الغذاء . ولما كان المربى يضطر فى كثير من الاحيان إلى استعمال الاغذية المالئة فى غذاء الحيوان لسد حاجته الحافظة وبعض احتياجاته الانتاجية . فإنه عند تقدير عليقة الحيوان على اساس الطاقة الصافية للغذاء فإن تقدير الأغذية المالئة بهذا القياس يقلل من قيمتها الغذائية عما يجب أن تكون عليه وذلك لإغفال ما قد يستفاد مما ينتج عنها من حرارة تستخدم فة سد بعض ما يحتاج إليه الحيوان من حرارة لحفظ درجة حرارة جسمه ثابتة. وحيث أن الأغذية المالئة ذات قيمة نسبية فى انتاج الحرارة أعلى منها كمصدر لانتاج الطاقة . (التى تلزم أساسيا لاستعمالها فى شتى الأغراض الإنتاجية) فإن هذه المواد المالئة كثيراً ما يعتمد عليها لرخص ثمنها فى توفير حاجة الحيوان من الغذاء الحافظ كما فى حالة الخيل وغيرها من حيوانات العمل فى ايام راحتها . أما الحيوانات ذات الانتاج العالى كحيوانات التسمين أو الحيوانات ذات الكفاءة العالية لانتاج اللبن أو حيوانات العمل فى حالات المجهود الشاق فإن غذاء هذه الحيوانات يجب ألا يحتوى إلا على قدر بسيط من الأغذية المالئة خصوصاً التبن أو الدريس غير الجيد .

١- من أهم الاسباب التى تحول دون انتشار استعمال الطاقة الصافية فى تقدير احتياجات الحيوانات الغذائية هو أن الطاقة الصافية لم تقدر بصفة عملية إلا لعدد قليل من المواد الغذائية . أما بقية المواد الغذائية فقد قدرت الطاقة الصافية لها

بطرق حسابية على اساس تحليلها الكيمائى . وتقدير مجموع المواد الغذائية المهضومة لها .

٢- تختلف قيمة الطاقة الصافية للمواد الغذائية تبعاً للغرض الذى من أجله يستعمل الغذاء . فقد وجد أرمسبى أن الطاقة الصافية لعليقة ما إذا استعملت فى تسمين الابقار تبلغ نحو ٧٦% فقط من قيمة تلك العليقة إذا استعملت فى الأغراض الحافظة وأن الطاقة الصافية لنفس هذه العليقة فى حالة انتاج اللبن تبلغ ٩٨,٥% من قيمتها إذا استعملت فى الأغراض الحافظة . كذلك تختلف الطاقة الصافية للغذاء إذا استعمل فى تسمين الابقار عما إذا استعمل فى تسمين الدجاج مثلاً وهذا طبعاً راجع إلى الاختلاف فى عمليات التمثيل فى كل حاله .

٣- تختلف قيمة الطاقة الصافية للغذاء إذا استعمل فى نفس الغرض ولنفس النوع من الحيوان تبعاً للحالة التى تعطى عليها الغذاء من حيث الكمية . فقد وجد Forbes أن الطاقة الصافية لمخلوط من الذرة والدريس إذا أعطى لحيوانات بكمية تبلغ نحو ٢,٥مرة قدر حاجة هذه الحيوانات من العليقة الحافظة فأنها فى هذه الحالة تكون أقل بنحو ٢٠% عما تكون عليه لو أعطى مخلوط الغذاء بقدر يعادل ١,٥مرة قدر الغذاء الحافظ .

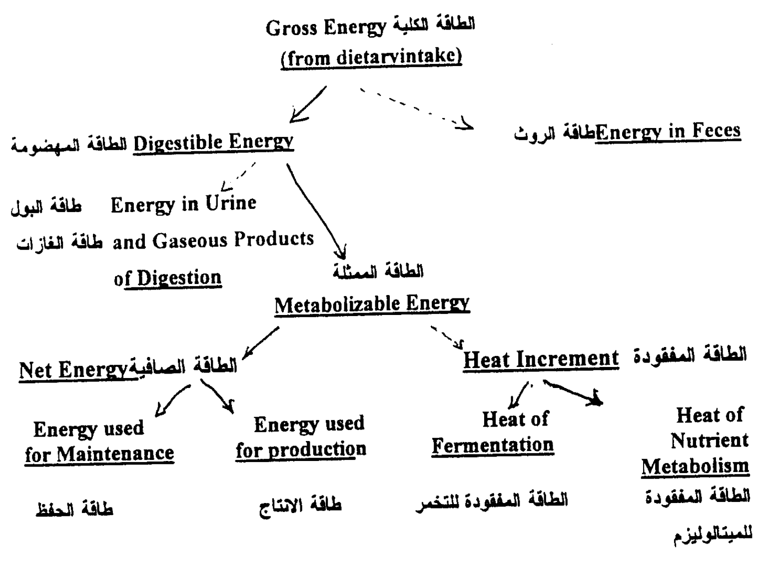
٤- يؤثر فقر الغذاء أو العليقة فى أى مكون غذائى (فيتامين أو املاح ...) على الطاقة الصافية له . فقد وجد أن الطاقة الصافية للذرة إذا أعطى فى عليقة مع الدريس أعلى عما تكون عليه لو كان الذرة هو المكون الرئيسى للعليقة واستعمل التبن مع الذرة فى غذاء الحيوان .

٥- وجد أن الطاقة الصافية لدريس النباتات البقولية أقل من الطاقة الصافية لدريس النباتات النجيلية هذا بالرغم مما لدريس البقولية كالبرسيم من فائدة من الوجهة الغذائية . فقد وجد ارمسبى أن الطاقة الصافية لدريس الالفالفا alfalfa ٣٠-٣٦,٥ ثرم إذا قورنت بالطاقة الصافية للـ Timothy hay (وهو من النجيليات) التى تبلغ ٤٢,٨-٤٨,٧ثرم (وذلك لارتفاع نسبة البروتين فى الالفالفا alfalfa وما يتبع ذلك من زيادة الفقد فى البول) .

### أغذية الطـــاقة:

تعتبر الكربوهيدرات والليبدات ( الدهون والزيوت) من اهم مصادر الطاقة فى علائق الحيوانات. بعض من الطاقة يأتى من البروتين فى علائق الحيوانات ولكن تعتبر

الكربوهيدرات هى المصدر الرئيسى وذلك لسهولة هضمها وتحولها الى طاقة بكميات كبيرة وكذلك لانخفاض تكلفتها مقارنة بالبروتين بينما يعتبر الدهون والزيوت هى المصدر الثانى للطاقة حيث انه فى الجو الدافئ فانه من الصعب تخزين الدهون حيث يحدث تزنخ لها وهذا يجعل الحيوان لايقبل عليها وفى بعض الحالات فأنه قد يحدث اضطرابات هضمية للحيوان.
الرسم التالى يوضح تحويل الطاقة بواسطة الحيوان .




## تقدير الاحتياجات الغذائية للمجترات

تقدر الاحتياجات الغذائية للحيوانات بهدف توفير كمية الغذاء المناسبة والتى توفر هذه الاحتياجات دون زيادة واضحة أو نقص حتى يتمكن الحيوان من المحافظة على حياته وتعويض ما يفقد من انسجته اثناء عمليات الهدم والبناء وكذلك للانتاج طبقاً للمقدرة الوراثية للحيوان .

فبداية تقدر تلك الاحتياجات بوحدات هي ذاتها وحدات تقيم الغذاء حتى يمكن من خلالهما حساب كمية الغذاء المناسبة فإذا كان تقيم الغذاء فى صورة مجموع مركبات غذائية مهضومة (TDN) فيجب ان تكون الاحتياجات بذات تلك الوحدات TDN وإذا قيم الغذاء فى صورة طاقة صافية (Net energy) أو طاقة ممثلة (Metabolisable energy) فيجب أن تكون تقدير احيتاجات الحيوانات بذات الوحدات وهكذا فإذا تم تقييم الغذاء فى صورة محتواه

البروتين الخام أو البروتين المهضوم أو البروتين الممثل فيكون حساب الاحتيلجات من البرويتن بذات الوحدات .

ويراعى أيضاً أن حساب تلك الاحتياجات يتم على عدد محدود من الحيوانات ثم تطبق على عديد من الحيوانات وهناك اختلافات فردية بين الحيوانات فلا بد من اعطاء نسبة لتلك الاختلافات الفردية بحيث تغطى تلك الاحتياجات اكبر عدد ممكن من الحيوانات ويطلق على هذه النسبة الزائدة (عامل أمان – حدود الامان) حتى لا تتعرض حيوانات لنقص غذائى وهى كمتوسط عام تتراوح بين ٥-١٠% تبعاً لمقدار الاحتلافات الفردية بين الحيوانات .

ويجب الأخذ فى الاعتبار أن هذه الاحتياجات وإن كانت محسوبة تجريبياً علىعدد كبير من الحيونات إلا أنها ليست قوالب جامدة وليست حدوداً لا يمكن تطويعها بل هناك مجال للملاحظة والمباشرة للمربى ومدى استجابة الحيوانات فإذا كانت هناك استجابة لزيادة كمية الغذاء فيزيد الانتاج اقتصادياً فيجب زيادة كميات الغذاء وهكذا فى حالة نقص كميات الغذاء لا يتأثر الانتاج اقتصادياً فملاحظة ومهارة ومتابعة المربى للحيوانات هي المعيار الاساسى فى كميات الغذاء المقدمة وتلك الاحتياجات المحسوبة بدقة هي وسائل تعينه للتعرف على المتوسط العام للحيوانات ولكن لكل قطيع ظروفه الخاصةومن هنا يجب التأكيد على ان تغذية الحيوان علم له قواعده وحساباته وفن فى المتابعة والأحساس الشخصى .

وسيقتصرالحديث فى حساب الاحتياجات الغذائية هنا على حساب الأحتياجات من الطاقة والبروتين وبتوفيرهما يتوفر غالبية الاحتياجات من الفيتامينات والعناصر المعدنية واذا كانت هناك احتياجات اضافية من الفيتامينات والعناصر المعدنية فتوضع فى قوالب معدنية وفيتامينات يلعق منها الحيوان تبعاً لاحتياجاته .

ونبدأ أولاً بحساب الآحتياجات من الطاقة: Energy requirements وهذه الاحتياجات تقسم الى :-

١- الأحتياجات للمحافظة على حياة الحيوان دون أى أنتاج وتحدد بأنها كمية الطاقة التى تجعل ميزان الطاقة بالحيوان يساوى صفرا" دون زيادة أو نقصان وهى كمية الطاقة التى لا يمكن منع فقدها عند صيام الحيوان أى منعه من التغذية فهناك قدر من الطاقة يفقد فى صورة حرارة يمكن تقديره بوضع الحيوان فى غرف تنقية حساسة للحرارة المفقودة . أو بتغذية الحيوان على عدة مستويات غذائية وتحديد المستوى الغذائى والذى عنده لا يزيد الحيوان فى الوزن أو ينقص .

ولتقدير هذه الآحتياجات من الطاقة والتى تفقد من الجسم نظير أداءه للعمليات الحيوية فيه مثل التنفس ـــ أنقباض وأنبساط عضلة القلب ـــ وقوف الحيوان أو رقوده ـــ حركة

القناة الهضمية فلابد أن تكون القناة الهضمية خالية تماما من أى غذاء وبالنسبة للحيوانات المتميزة فبرغم عدم تقديم غذاء للحيوانات فهناك جزء محتجز بالكرش وللتأكد من خلوه تماما يتحقق ذلك :

١ـ بملاحظة الطاقة الحرارية المفقودة من الحيوان حتى تصل الى أقل قدر ممكن ثم تثبت بعد ذلك .

٢ـ أنخفاض النسبة التنفسية حتى تصل الى ٠,٧ ومعنى ذلك أن ما يؤكسده جسم الحيوان هو دهن أنسجة الحيوانات وليس مصدره الغذاء والذى يغلب عليه الكربوهيدرات وعندها تكون النسبة التنفسية واحد صحيح تقريبا .

٣ـ كميات الميثان المخرجة تكاد تكون منعدمة وهذا دليل آخر على عدم وجود نشاط ميكروبى بالكرش لخلوه من الغذاء .

ووجد من حسابات عديده أن هذه الطاقة الحرارية المفقودة تتناسب مع وزن الجسم الميتابوليزمى اى كتلة النشاط الميتابوليزمي ويمكن حسابها على اساس وزن الجسم مرفوعا للأس ٠,٧ (وزن الجسم) ٠,٧ وهناك محاولات عديدة للتقريب أكثر ما يمكن من الحقيقة فقد نجده احيانا (وزن الجسم)٦٧و٠ ، (وزن الجسم)٠,٦٣-٠,٧٠ .

وسنستعين ببعض المعادلات لامكانية حساب تلك الاحتياجات من الطاقة والمعتمده أساسا على تجارب مزارعين ثم صيغت نتائجها فى صورة بعض المعادلات ليسهل حساب الاحتياجات .

١- حساب الاحتياجات للتمثيل الغذائى القاعدى Basal metabolis وهو الحد الادنى من الطاقة التى تفقد رغماً عن الحيوان نتيجة التمثيل الغذائى والحيوان صائم Fasting metabolism (F).

وهذه مقدرة بوحدات ميجاجول /يوم $FMJ/d=C_1\ 0.53\ (W/_{1.08}\ ^{0.67})$

حيث $C_1$ هو معامل تصحيح تبعاً لجنس الحيوان حيث الذكر اكثر فقداً للطاقة من الاناث والذكور المخصية وقيمته ١,١٥ بالنسبة للذكور ، ١,٠ لباقى الحيوانات .

وكذلك W هي وزن الحيوان بالكيلو جرام . وتتم قسمه ١,٠٨ لمعادلة وزن الكتلة الغذائية بالجسم والمقصود (وزن الجسم الفارغ) أى الخالى من الغذاء .

٢- النشاط أو حركة الحيوان Activity(A) وهى بلا جدال تتوقف على وزن الحيوان والمسافة التى يتحركها وهل هذا الطريق مستوى أو جبلى أو منخفض وما هو المقدار الذى يسير فيه الحيوان من المرعى إلى الحظائر ذهاباً وأياباً وكذلك المجهود المستهلك فى هضم الغذاء وحركة الرأس لأدخال الغذاء للفم وهناك قيم عديدة سنختصرها كمتوسط علم بالنسبة للماشية التى تحلب

$A kj / d = 9.47 kj / kg$ body weight /day $= 9.5 kj /w /d$

حيث kj هي وحدات الطاقة كيلو جول ، W = وزن الجسم ، d = كل يوم وبالنسبة

لحيوانات التسمين $A kj / d = 7.08 /W/d$

وبالتالى تكون الاحتياجات الحافظة وتشمل مجموع احتياجات التمثيل الغذائى القاعدى

مضافاً إليها احتياجات النشاط

Maintenance requirement of energy = Fasting metabolism + Activity

معبراً عنها فى صورة وحدات من الطاقة الممثلة بالميجاجول كل يوم

$M_m \; MJ / day = F + A$

$(C_1 (0.53(W/_{1.08}{}^{0.67}) + 9.47w \; 7.08w /1000)/ Km$

(E=NE) Net energy إلى طاقة صافية (M= ME) Metabolisable energy

هي كفاءة تحويل الطاقة الممثلة للغذاء Km حيث أن

الطاقة الممثلة بالغذاء / الطاقة الكلية للغذاء $q = ME/GE$ $Km = 0.35q + 0.503$

وبالنسبة لانتاج اللبن فنجد الاحتياجات من الطاقة الممثلة تتوقف على كمية اللبن ومحتوى كل كيلو جرام من اللبن من طاقة وهذا يتوقف على نسبة مكوناته من دهن ، بروتين ، سكر لاكتوز ... ويمكن حساب طاقة كل مكون ويكون المجموع هي الطاقة الكلية المتوفرة باللبن

$$EV_L \; (MJ/kg) = 0.0384(BF) + 0.0223(P) + 0.0199 \; (La) - 0.108$$

حيث أن $EV_L$ هي الطاقة الكلية باللبن وهى أيضاً الطاقة الصافية اللازمة لتكوين MJ/KG .

هي الوحدة المعبر عنها للطاقة بالميجاجول لكل كيلو جرام لبن

BF نسبة الدهن باللبن بالجرام / كيلو جرام لبن .

P نسبة البروتين باللبن بالجرام / كيلو جرام لبن .

La نسبة سكر اللاكتوز باللبن بالجرام / كيلو جرام لبن .

ويمكن التوصل لقيمة قريبة جداً منها باستخدام تحليل البروتين والدهن دون سكر اللاكتوز .

$$EV_L \; (MJ/kg) = 0.0376(BF) + 0.0209(P) + 0.948$$

ويمكن فى حالة عدم توفر تركيز البروتين فى اللبن التعرف على الطاقة الكلية باللبن من خلال تركيز الدهن فقط .

$$EV_L \; (MJ/kg) = 0.0406 \; (BF) + 1.509$$

وبالتالى تكون الطاقة الصافية الواجب توافرها لانتاج اللبن هي حاصل ضرب كمية اللبن (Y) فى محتوى كل كيلو جرام لبن من الطاقة $EV_1$ والسابق بيانها .

الطاقة الصافية اللازمة لانتاج اللبن = كمية اللبن (كجم)×محتوى كل كجم لبن من الطاقة

$$EV_L(MJ/Kg) = Y \times NE_L$$

حيث أن $NE_L$ هي الطاقة الصافية لانتاج اللبن فى صورة وحدات ميجاجول/كجم Y هي كمية اللبن .

وحيث أن الاحتياجات سيتم حسابها على اساس الاحتياجات من الطاقة الممثلة فتتم القسمة على كفاءة تحويل طاقة الغذاء الممثلة إلى طاقة صافية لانتاج اللبن $K_L$ والتى يمكن حسابها من المعادلة

$$K_L = 0.35q+0.420$$

وكما سبق الذكر فإن q هي تعبير عن نسبة الطاقة الممثلة إلى الطاقة الكلية بالغذاء فكلما زادت هذه القيمة q كان تعبيراً عن وجوده هذا الغذاء كمصدر للطاقة القابلة للتمثيل الغذائى .

وبالنسبة للحيوانات العشار فناتج التلقيح المخصب (الزيجوت – الجنين) له احتياجات سواء من الطاقة أو البروتين والعناصر الغذائية الأخرى وهذه الاحتياجات تتأثر بمدة الحمل وكذلك متوسط وزن الجنين عند الولادة وهذا مرتبط بالسلالة وحجم والحالة الصحية للأم وهو يتراوح كمتوسط عام بين ٣٥ إلى ٤٥ كجم .

ويمكن حساب الاحتياجات من الطاقة الممثلة فى حالة العشار بتطبيق المعادلات التالية :

$$E_C\ (MJ/d) = 0.025\ W_C\ (E_t \times 0.02e^{-0.00006\ t})$$
$$= 0.005\ W_C\ (E_t\ e^{-0.00006\ t})$$
$$\log_{10}(Et) = 151.7 - 151.6e^{-0.00006\ t}$$

حيث أن

$E_C$ هي الطاقة الصافية بناتج التلقيح المخصب .

$W_C$ الوزن المتوقع للجنين عند الولادة كمتوسط للسلالة أو الولادات السابقة لذات البقرة.

$E_t$ الطاقة الصافية بناتج التلقيح المخصب بعد مدة t وهى مدة الحمل .

e ‐ الاساس للوغاريتم الطبيعى ، $\log_{10}$ اللوغايتم للاساس ١٠ .

وحيث أن الاحتياجات تحسب فى صورة طاقة ممثلة توجه لنمو ناتج التلقيح المخصب $M_C$ فيتم قسمه $M_C\ (MJ/d) = E_c(MJ/d) / K_c$

حيث أن $K_c$ هي كفاءة تحويل الطاقة الممثلة بالغذاء إلى طاقة صافية لنمو الجنين وهى تساوى ٠,١٤ .

وعادة نلاحظ أن حيوانات اللبن لا يثبت وزنها حيث فى بداية موسم الحليب وتزايد انتاج اللبن ينقص الوزن حيث تسحب الطاقة المخزن بالجسم . وتوجه لانتاج اللبن وفى نهاية موسم اللبن يزداد الوزن نتيجة لتخزين الطاقة بالجسم . كما أن الحيوانات فى موسم الحليب الأول والثانى لم يكتمل نموها بعد فيزداد وزنها .

ففى حالة نقص الوزن فهناك طاقة تسحب من الجسم كمتوسط عام ١٩ميجاجول/كجم بكفاءة $E_t$ قدرها ٨٤% (١٩×٠,٨٤=١٥,٩٦ميجاجول يتم استخدامها بكفاءة قدرها $K_L$ فى انتاج اللبن) فهذه كميات توفرها الحيوانات يتم خصمها من الاحتياجات الكلية لانتاج اللبن وفى حالة زيادة الوزن فكل كيلو جرام زيادة فى الوزن يحوى ١٩ميجاجول كمتوسط عام يتم

بناءه بكفاءة قدرها Kg وهى تساوى $K_L \times ٠,٩٥$ وفى هذه الحالة يجب اضافة تلك الاحتياجات بالغذاء عند حساب الاحتياجات الكلية .

ويمكن حساب تلك الاحتياجات للتغير فى الوزن (Energy Value of gain = Eg)

$E_g$ (MJ/d) = $Ev_g \times$ ow

حيث $Ev_g$ هي محتوى الطاقة بكل كيلو جرام زيادة فى الوزن وهذا يتوقف على السلالة هل هي مبكرة النضج (تصل إلى وزن النضج للسلالة مبكرا# مثل الابرديس انجى ، نورت ديفون Aberdeen Angus , North Devon . ومحتواها من الطاقة مرتفع نسبياً عن السلالة متوسطة النضج مثل Sussex , lincoln red , Herford ومحتوى وحدة الزيادة فى الوزن من الطاقة أقل نسبياً عن مبكرة النضج وأكبر نسبياً عن متأخرة النضج مثل South Devon , Simmental , Limosin , Friesian , Charolais .

كما يجب التوضيح أن محتوى الزيادة فى الوزن من الطاقة يختلف بين الذكور الكاملة ، الذكور المخصية ، الاناث . اقلها الذكور الكاملة يليها الذكور المخصية يليها الاناث وهى اكثرها احتواء للدهن وارتفاعا فى قيمة الطاقة .

بينما OW هو مقدار التغير فى الوزن .

ويمكن حساب$EV_g$ من المعادلة

$$Ev_g \text{ (MJ/Kg)} = C_2\,(4.1+0.03w-0.00001w^2)/1-C_3(0.1475ow)$$

حيث أن W هو وزن الحيوان ، OW هو معدل التغير فى الوزن

$C_2$ معدل تصحيح لنوع الحيوان وسلالته تبعاً للجدول الأتى :

| | مبكرة النضج Early mature | متوسطة النضج Medium mature | متأخرة النضج Late mature |
|---|---|---|---|
| ذكور كاملة Bulls | 1.0 | 0.85 | 0.70 |
| ذكور مخصية Steers | 1.15 | 1.0 | 0.85 |
| اناث Femals | 1.30 | 1.15 | 1.0 |

بينما $C_3$ معدل لتوضيح ما إذا كن الحيوان يزيد فى الوزن = ١

لتوضيح ما إذا كن الحيوان ينقص فى الوزن = صفر

وبتجميع تلك الاحتياجات لكل نشاط يمكن التعرف على الاحتياجات الكلية من الطاقة الممثلة (ميجاجول/يوم) سواء للاحتياجات الحافظة $M_M$، الاحتياجات الانتاجية $M_P$ باستخدام المعادلة التجميعية التالية

$$M_{M+p}(MJ/d)=CL\ (E_m/K_m+E_l/K_l+E_c/K_c+E_g/K_g$$

حيث أن CL هو معدل تصحيح لكمية الغذاء المأكولة كمضاعفات للاحتياجات الحافظة حيث أن بزيادة كمية الغذاء تزداد سرعة مرور الكتلة الغذائية بالقناة الهضمية وتقل مدة بقائها بالكرش وهذا يقلل من مدى استفادة الحيوان من الغذاء ويحسب معدل التصحيح من المعادلة .

CL=Correction factor for feeding level = 1+0.018 (L-1)

حيث أن L هو مستوى التغذية معبراً عنه فى صورة مضاعفات الاحتياجات الحافظة .

ويمكن توضيح كيفية حساب تلك الاحتياجات فى المثال التالى :

بقرة وزنها ٥٠٠كجم من سلالة متوسطة النضج تدر ١٠كجم لبن يومياً نسبة الدهن ٤ % وهى عشار فى الشهر الخامس وتزيد فىالوزن بمقدار ٠,١كجم يومياً ومتوسط وزن العجل عند الولادة ٤٠كجم . احسب الاحتياجات من الطاقة الممثلة لهذه البقرة . إذا كان محتوى الغذاء من الطاقة الكلية ١٨,٥ميجاجول/كجم مادة جافة ومعامل هضم الطاقة ٧٠% والطاقة الممثلة ٨٠% من الطاقة المهضومة .

أولاً :

$$M_{M+p}(MJ/d)=CL\ (E_m/K_m+E_l/K_l+E_c/K_c+E_g/K_g)$$

$K_m = 0.35q+0.503$

$q= 18.5\times0.7\times0.8/18.5 =$

$K_m = (0.35\times0.56)+0.503 = 0.196+0.503 = 0.699 = 0.7$

$K_l = 0.35q+0.420=(0.35*0.56)+0.420=0.196+0.420=0.616 =0.62$

$K_c= 0.14$ $K_g = 0.95x$ $k_L = 0.95x0.62=0.589=0.59$

$E_m(MJ/d)=(F+A)$ , $F= C_1\ (0.53(W_{1.08})0.67)$

$F= C_1\ (0.53(500_{1.08})0.67)= 1\ (0.53\times\ (462.96)0.67)$

462.960.67 = 0.67 Log 462.96 = 0.67 *2.665=1.7859 الاعداد المقابلة61.08

$F = 1x\ 0.53 \times 61.08 = 32.37$ MJ/d

$A = 9.47 x 500 = 4735$ KJ/d = 4.735 MJ/d

$E_m = 36.37 + 4.735 = 41.105$ MJ/d (1)

$E_l = YXEV_L$

$EV_L = 0.0406\ (BF) + 1.509$

BF هي عدد جرامات الدهن / كجم لبن = ٤٠جم

$Ev_L = (0.0406 \times 40) + 1.509 = 1.624 + 1.509 = 3.133$ MJ/kg

وبما أن كمية اللبن Y = ١٠كجم لبن وبالتالى فتكون El = (2) 31.33=10 * 3.133 MJ/d

البقرة العشار فى الشهر الخامس (٥×٣٠=١٥٠يوما هي مدة الحمل) وبالتالى تكون T=

WC١٥٠ = وزن العجل المتوقع عند الولادة = ٤٠كجم

$E_C = 0.0005\ W_C \times\ E_T\ e^{-0.00006t}$

$= 0.0005 \times 40\ \times E_t\ e^{-0.00006 \times 150}$

$= 0.02 \times E_T \times\ e^{-0.009}$ وبما أن $e - 0.009 = 0.99$

$= 0.02 \times 0.99 \times E_t = 0.0198\ E_t$

$Log_{10}\ E_t = 151.7 - 151.6\ e^{-0.00006t} = 151.7 - 151.6 \times e^{-0.009} = 151.7 - 151.6 \times 0.99$

$Log_{10}\ E_t = 151.7 - 150.084 = 1.616$ $E_t = 41.3048$

$E_c = 0.0198 \times 41.3048 = 0.8178$ MJ/d (3)

وحيث أن البقرة تزيد فى الوزن بمقدار ٠,١كجم يومياً

Eg MJ/d = Evg ×Ow

$Evg = C_2\ (4.1 + 0.03w - 0.00001w^2) / 1 - C3\ (0.1475 \times ow)$

وحيث أن W = 500

0.1 =Ow

سلالة متوسطة النضج = $C_2 = 1.15$

البقرة تزيد فى الوزن $C_3 = 1$

Evg (MJ/k) = 1.15(4.1+(0.03 ×500)- (0.00001 ×500 ×500) / 1-1(0.1475 ×0.1

Evg (MJ/kg) = 1.15(4.1+15-2.5) / 1-1 (0.1475× 0.1)

= 1.15 ×16.6 / 1-0.01475 = 19.09 / 0.985 = 19.38

Eg(MJ/d) = 19.38 ×0.1 = 1.938 MJ/d. (4)

وبالتالى يكون مجموع الاحتياجات الكلية لهذه البقرة وذلك فى صورة طاقة ممثلة بالميجاجول/يوم

$M_{M+p}$(MJ/d)=CL(41.105/0.7+31.33/0.2+0.818/0.14+1.938/0.59)

CL = (58.72 احتياجات حافظة +50.53+5.84+3.28 احتياجات انتاجية )

$CL = (118.37)$

مستوى التغذية وهو عبارة عن الاحتياجات الكلية كمضاعفات للاحتياجات الحافظة =

$118.37/58.72 = 2.016 \quad L= 2.016 \quad CL=1+0.018\ (2.016-1)$

$CL = 1+0.018 \times 1.016 = 1.018$

$M_{M+p}(MJ/d)= 1.018 \times 118.37 = 120.5\ MJ/d$

وإذا كانت الطاقة الكلية بالغذاء ١٨,٥ ميجا جول كمتوسط عام مقبول ومتفق عليه وإذا كان معامل هضم الطاقة لهذا الغذاء هو ٧٠% فتكون الطاقة المهضومة لكل ١كجم من الغذاء ١٨,٥×٠,٧٠=١٢,٩٥ميجا جول وإذا كانت الطاقة الممثلة تساوى ٨٠% من الطاقة المهضومة كمتوسط عام مقبول . الطاقة الممثلة لكل كجم من الغذاء هي ١٢,٩٥× ٠,٨٠=١٠,٣٦ميجاجول لكل كيلو جرام مادة جافة من هذا الغذاء .

وبالتالىيحتاج الحيوان ١٢٠,٥/١٠,٣٦=١١,٦كجم مادة جافة .

وإذا كانت % للرطوبة بالغذاء فى حدود ١٥% كمثال فتكون المادة الجافة ٨٥% وبالتالى يحتاج هذا الحيوان إلى ١١,٦/٠,٨٥=١٣,٦٨كجم /يوم وهذه الكمية تمثل ١٣,٦٨ ×١٠٠/٥٠٠=٢,٧% من وزن الحيوان وهى نسبة مقبولة حيث تستطيع الحيوانات عالية الادرار تناول كميات غذاء تعادل ٣ إلى ٣,٥% من وزن الحيوان .

وفيما يتعلق بحيوانات النمو والتسمين فيمكن حساب احتياجاتها من الطاقة الممثلة (M=ME) فى وحدات ميجاجول /يوم باستخدام المعادلة التالية ويمكن حساب الطاقة الممثلة بالغذاء من المعادلة $ME(MJ/KgDM)=0.0157\ (DMg/KgDm)$ فالطاقة الممثلة بالميجاجول /كجم مادة جافة من الغذاء = ٠,١٥٧(المادة العضوية المهضومة /كجم مادة جافة) .

$M_{M+p}(MJ/d)=E_M/K\times L_n(B/B-R-1)$

حيث أن $E_M$ = F+A وسبق توضيح كل منهما وقيمة A بالنسبة لحيوانات النمو والتسمين هي 7.08 كيلو جول/كيلو جرام من وزن الجسم .

$K = K_m/K_f\times K_M$ $L_n$ حيث $K_m$ هي كفاءة تحويل الطاقة الممثلة إلى طاقة صافية لتغطية الاحتياجات الحافظة وقد سبق شرحها .

Kf = كفاءة تحويل الطاقة الممثلة إلى طاقة صافية توجه للتسمين

q= الطاقة الممثلة بالغذاء / الطاقة الكلية $K_f = 0.78q+0.006$

$B = K_m/K_m-K_f$

$R = E_f/E_m$ حيث أن $E_f = C_4Evg \times ow$

حيث أن $C_4 = 1.15$ للذكور الكاملة والمخصية .

= 1.10 للعجلات النامية

$L_n$ = اللوغاريتم الطبيعى      = 1.0 للأغنام (حملان نامية)

ويمكن توضيح كيفية الحساب بالمثال التالى :

الاحتياجات من الطاقة الممثلة لعجل تسمين وزن ٢٥٠كجم بنمو بمعدل ٠,٩كجم/يوم من سلالة مبكرة النضج (تعتبر العجول للابقار البلدية عجول مبكرة النضج بينما تعتبر العجول الجاموسى عجول متأخرة النضج) والغذاء المتوفر معامل الهضم الطاقة به ٦٥% والطاقة الممثلة تساوى ٨٠% من الطاقة المهضومة والطاقة اكلية للغذاء ١٨,٥ ميجاجول /كجم مادة جافة .

$K_m = 0.35\ q + 0.503$      $q = 0.8\times0.65\times18.5/18.5 = 0.52$

$= (0.35\times0.52) + 0.503 = 0.685 = 0.69$

$K_f = 0.78q = 0.006 = (0.78\times0.52)+0.006 = 0.412$ .

$K = K_m\ L_n\ K_m/K_f = 0.69\ L_m\ 0.69/0.412 = 0.69\ Lm\ 1.675$

$= 0.69\times0.516 = 0.356$

$B = K_m/\ Km-K_f = 0.69/0.69-0.12 = 0.69/0.278 = 2.482$

$R = E_f/E_m\ \ E_f = C_4\times Evg\ ow$

حيث ان الحيوان ذكر (عجل تسمين) $1.15 = C_4$

$0.9kg = Ow$

$Evg = C_2\ (4.1+0.03w - 0.00001w^2) / 1\text{-}C3\ (0.1475\times ow)$

من الجدول سابق الاشارة أليه نجد أن قيمة $C_2 = 0.85$ و $C_3 = 1$

$Evg = C_2\ (4.1+0.03w - 0.00001w^2) / 1\text{-}C_3\ (0.1475\times ow)$

$Evg = 0.85(4.1+0.03\times250-0.00001\times250\times250)\ 1\text{-}1(0.1475\times0.9)$

$= 0.85(4.1+7.5-0.625/1\text{-}1(0.1333) = 9.329/0.867 = 10.76$

$E_f = 1.15\times10.76\times0.9 = 11.137\ Mj/d$

$E_m = F+A$

$F = C_1\ (0.53(w/_{1.08})^{0.67})$

حيث أن الحيوان ذكر $c_1 = 1.15$

$(w/_{1.08})^{0.67} = (250/_{1.08})^{0.67} = (231.48)^{0.67} = 0.67\ Log\ 231.48 = 0.67\ 2.365$

$= 1.584$ من الاعداد المقابلة للغوريتمات = 38.39

$F = 1.15\times0.33\times38.39 = 23.40\ MJ/d$

$A = 7.08\times250 = 1770\ KJ = 1.77\ MJ/d$

$E_m = 23.40 + 1.77 = 25.17\ MJ/d$

$R = {}^{Ef}/_{Em} = 11.137/25.17 = 0.44$

$M_{M+p}(MJ/d) = {}^{EM}/_K\ L_m(B/B\text{-}R\text{-}1)$

$= 25.17/0.356\ L_m(2.482/2.482-0.44-1)$

$=70.70\ L_n\ (2.482/1.04) = 70.70\ Ln\ 2.385$

$= 70.70 \times 0.869 = 61.44$ MJ/d

وإذا كانت الطاقة الممثلة بهذا الغذاء = ١٨,٥×٠,٦٥×٠,٨=٩,٦٢ميجاجول .

الحيوان يحتاج إلى ٦١,٤٤/٩,٦٢=٦,٣٨٧ = ٦,٤كجم مادة جافة من هذا الغذاء .

وإذا كان الغذاء به ١٥% رطوبة أى ٨٥% مادةجافة وبالتالى فليزم لهذا العجل ٦,٤/٠,٨٥ =٧,٥كجم مادة طازجة .

وهذه الكمية من الغذاء تمثل ٦,٤×١٠٠/٢٥٠= ٢,٥٦% من وزن الحيوان .

وهى نسبة مقبولة لمعدل نمو ٠,٩كجم /يوم .

## ثانياً : حساب الاحتياجات الغذائية للحيوانات المجترة من البروتين الممثل Metabolisable Protein requirements (MPR)

يجب بداية توضيح بعض النقاط المتعلقة بالبروتين الممثل وهو كمية البروتين التى تصل إلى انسجة الحيوان للتحول من خلال عمليات التمثيل الغذائى إلى بروتين صافياً Net Protein سواء يستخدم لتغطية الاحتياجات الحافظة Mainterance (M) ، انتاج اللبن Lactation (L) ، للزيادة فى الوزن للنمو والتسمين Fattening (F) ، للتغير فى الوزن أثناء موسم الحليب Body weight change (g) ، النمو الجنين Concopion (c) ، انتاج الصوف Wool (w) وهكذا ويتم هذا التحول تبعاً لعمليات التمثيل الغذائى بكفاءة قدرها $K_n$ وسنذكرها فيما بعد بالتفصيل .

وهذا البروتين الممثل الذى يصل إلى انسجة الحيوان مصدره أما بروتين الغذاء الذى لم يتأثر بعمليات التخمر والتحلل الميكروبى بالكرش ويتم هضمه بانزيمات تفرزها الانفحة أو الاثنى عشر ومصدرها أنسجة الحيوان ويطلق عليه Undegradable protein والمصدر الثانى للبروتين الممثل هو البروتين الميكروبى الناتج من نشاط الميكروبات فى تخمر وتحلل الغذائى (البروتين الخام بالغذاء) ثم تحويل الخلايا إلى بروتين يطلق عليه بروتين ميكروبى وعند مروره مع الكتلة الغذائية إلى الأنفحة والاثنى عشر يتم هضمه وامتصاصه وهذا البروتين الميكروبى لكى يتكون لا بد من توفر طاقة ممثلة بالغذاء قابلة للتخمر ويطلق عليها Fermentable metabolisable energy(FME) .

وهى عبارة عن الطاقة الممثلة بالغذاء مطروحاً منها قدر الطاقة الممثلة الموجودة بالدهن حيث لا تستيطع الميكروبات الاستفادة منها (كل ١كجم دهن يحوى ٣٥ميجاجول على اساس المادة الجافة) وكذلك الطاقة الممثلة الموجودة فى صورة نواتج التخمر (حمض

الخليك ، حمض البروبيونيك ، حمض البيوتريك ، حمض الفاليريك ، حمض اللاكتيك) وحمض اللاكتيك هو الأكثر تواجد بالسيلاج على اساس الوزن الجاف .

FME (MJ/kg DM)=Metabolisable energy–((35 ×Fat%)+1.51/100ml lactic acid /kg DM)

وهى كمتوسط عام بالنسبة للسيلاج FME (MJ/kg DM)= 0.9ME – 35(Fat%)

للنواتج الثانوية لمتخلفات صناعات التخمر FME (MJ/kg DM)= 0.95ME – 35(Fat%)

لباقى مواد العلف FME (MJ/kg DM)= ME – 35(Fat%)

وتتحدد كمية البروتين الميكروبى تبعاً لكمية الطاقة الممثلة القابلة للتخمر فكمتوسط عام كل وحدة واحدة من الطاقة الممثلة القابلة للتخمر (ميجاجول) مأكولة يمكن أن توفرالطاقة اللازمة لتكوين ٩، ١٠، ١١جرام بروتين ميكروبى وذلك تبعاً لمستوى التغذية (L) السابق الاشارة إليه وهو مضاعفات الاحتياجات الحافظة التى يتناولها الحيوان .

$$Y \text{ (gram microbial protein /1MJ FME)} = 7.0+6.0(1-e^{-0.35L})$$

وهذا البروتين الميكروبى يتكون اساساً من نشاط الميكروبات على بروتين الغذاء سريع الذوبان والسابق الاشارة له بالرمز (q) وتتم الاستفادة منه بكفاءة قدرها ٨٠% وهذا القدر من البروتين يقدر معملياً بتحضين ٠,٥جم عينة مطحونة جيداً ويضاف إليها ٦٠مل من محلول منظم Buffer يتكون من (٤,٦جم فوسفات صوديوم ثنائية القاعدية ، ٩,٨جم بيكربونات صوديوم ، ٠,٦جم كلوريد بوتاسيوم ، ٠,٥جم كلوريد صوديوم ، ٠,٦جم كلوريد ماغنسيوم ، ٠,٤جم كلوريد كالسيوم) .

ويتم التحضين لمدة ساعة على درجة حرارة ٣٨ °م ثم تجرى عملية ترشيح أو طرد مركزى وناتج طرح وزن المادة الغذائية قبل التحضين من وزن المادة المتبقية بعد التحضين هو قيمة (q) ويعبر عنها كنسبة من بروتين الغذاء . وكذلك أيضاً البروتين الميكروبى الناتج من نشاط الميكروبات بالكرش على بروتين الغذاء القابل للتحلل بفعل الميكروبات مع توفر الوقت المناسب لاتمام هذا التحلل (مدة بقاء الكتلة الغذائية بالكرش) وهو تعبير عكسى لسرعة مرور الكتلة الغذائية (r) وكذلك يتوقف على معدل تحلل هذا البروتين / وحدة زمن (c) والتى يمكن حسابها من المعادلة .

$$Y = a + b\,(1-e^{-ct})$$

حيث أن Y هو الجزء المتحلل من البروتين بالغذاء بعد زمن قدره t ساعة .

a البروتين سريع الذوبان وقد سبق التعرف عليه وحسابه .

b الحد الاقصى للبروتين القابل للتحلل من هذا الغذاء بعد فترة بقاء بالكرش والشبكية لمدة ٧٢-٩٦ ساعة والتى لا يجدى أى تحلل بعدها حيث أن الغذاء لا يمكث بالكرش والشبكية أكثر من ٧٢ ساعة ويتم تقديرها عمليا على الحيوان أو معملياً .

$e^{-}$ هي الاساس للوغاريتم الطبيعى Ln .

وبالتالى يمكن حساب قيمة C وهى معدل التحلل لبروتين الغذاء / ساعة .

ويلزم أيضاً لحساب البروتين الميكروبى المتكون التعرف على قيمة r وهى تعتبير عن مدة بقاء الكتلة الغذائية بالكرش وتحسب من المعادلة وهى قيمة تتوقف على قيمة L وسبق تعريفه بأنه مستوى التغذية .

$$R = 0.179(1-e^{-0.278L}) -0.024$$

وهذا البروتين القابل للتحلل بالغذاء تتم الاستفادة منه ١٠٠% عند توفر مدة البقاء المناسبة ويمكن حساب البروتين الميكروبى المتكونة منه فعليا $b \times c/c+r$ ويضاف إليه البروتين الميكروبى المتكون من البروتين السريع الذوبان بالغذاء ويكون مجموعهما هو البروتين الميكروبى المتكون فعلاً نتيجة التغذية على هذا الغذاء ويطلق عليه

**Effective rumen degradable protein (ERDP)**

فهذا البروتين الميكروبى بعد هضمه وامتصاصه يكون الجزء الاكبر من البروتين الممثل الذى تستفيد منه أنسجة جسم الحيوان المجتر .

والاحتياجات من البروتين الممثل (جم/يوم) ليس لها علاقة بنوعية الغذاء ومحتواه من البروتين سواء بروتين حقيقى أو غير حقيقى . ولكنها كميات يجب أن تتوفر لكى يستمر نشاط الحيوان وانتاجه وأى نقص يؤثر فى مستوى الانتاج وفى حالة وجود زيادة بسيطة فهى مقبولة حيث تشجع علىزيادة الانتاج من اللبن وكذلك زيادة تركيز البروتين فى اللبن .

وتحسب الاحتياجات للمحافظة على حياة الحيوان (الاحتياجات الحافظة) بتغذية الحيوان على عليقة خالية تماماً من البروتين ونلاحظ المخرج فى البول والروث وهى تتناقص إلى أدنى حد ثم تثبت بعد ذلك وهذا يمثل القدر الواجب توفره بالغذاء ليعوض هذا النقص وبعد عدة تجارب عملية أمكن حساب تلك الاحتياجات على اساس نسبة من وزن الجسم الميتابوليزمى وهى $6.25 * 0.35w^{0.75}$ للتمثيل الغذائى القاعدى (NPb) ،

$0.018w^{0.75} * 6.25$ لما قد يتساقط من الشعر وتقشر الجلد (NPd) .

وبالتالى يكون المجموع للاحتياجات الحافظة من البروتين الممثل

$$Mp(gld) = NPb + NPd / k_{nm} = (0.35w^{0.75}+0.018^{0.75})6.25 / k_{nm} = 2.3w^{0.75}/k_{nm} .$$

حيث $K_{nm}$ هي كفاءة تحويل البروتين الممثل إلى بروتين صافى لتغطية الاحتياجات الحافظة .

والاحتياجات من البروتين الممثل لانتاج اللبن (بروتين اللبن) NPL فهى تتوقف علىكمية اللبن Y ، محتوى كل كيلو جرام لبن من البروتين الحقيقى وهى تمثل ٩٣% من البروتين الخام فى اللبن حيث يحوى ٧% مواد آزوتية غير بروتينة . كما أنه عند تحويل النيتروجين إلى بروتين فى اللبن يتم الضرب ×٦,٣٨ حيث أن تركيز النيتروجين ببروتين اللبن هو ١٥,٦٧% وبالتالى تكون الاحتياجات من البروتين الممثل لانتاج اللبن .

$$MPL = Y \times (Cp \times 0.93) / K_{nL}$$

حيث أن CP هو تركيز البروتين الخام بالجرام / كجم لبن ، $K_{nL}$ هي كفاءة تحويل البروتين الممثل إلى بروتين صافى يوجه لانتاج اللبن .

وبالنسبة للزيادة فى الوزن فتكون الاحتياجات من البروتين الممثل هي محصلة ضرب مقدار الزيادة فى الوزمن (كجم) $\triangle W\times$ محتوى كل كجم زيادة فى الوزن من البروتين ($NP_f$) ويمكن حسابها من المعادلة :

بروتين صافى $NP_f = C_6 \triangle W(168.1-0.168w + 0.000163w^2)\ (1.12-0.12\triangle W)$

وبالتالى تكون الاحتياجات من البروتين الممثل :

بروتين ممثل $MPf = NPf/K_{nf}$

حيث$\triangle W$ هي التغير فى الوزن ، W هي وزن الجسم ، $K_{nf}$ هي كفاءة تحويل البروتين الممثل إلى بروتين صافى فى أنسجة الحيوان ، C6هو عامل تصحيح لنوع الحيوان وجنسه (ذكر كامل – ذكر مخصى – انثى) ويمكن توضيحه بالجدول التالى

| | مبكرة النضج Early mature | متوسطة النضج Medium mature | متأخرة النضج Late mature |
|---|---|---|---|
| ذكور كاملة Bulls | 1.0 | 1.1 | 1.2 |
| ذكور مخصيةSteers | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| اناثFemals | 0.8 | 0.9 | 1.0 |

والاحتياجات من البروتين الممثل لنمو ناتج التلقيح المخصب (الحمل) فهو يتوقف على مدة الحمل (t) ووزن الجنين (العجل) عند الولادة ($W_C$) المتوقع لهذه السلالة من الحيوانات

$$NP_c = 0.859 \times W_c \times Tp_t \times e^{-0.00262t}$$

$$\log_{10} Tp_t = 3.7 - 5.7\ e^{-0.00262t}$$

حيث أن $NP_c$ هو البروتين الصافى فى ناتج التلقيح المخصب (الجنين)

$Tp_t$ البروتين الصافى بأنسجة الجنين عند مدة الحمل قدرها t يوماً

e - الاساس للوغاريتم الطبيعى Ln

وبالتالى تكون الاحتياجات من البروتين الممثل للحمل = $MPc = NPc / K_{nc}$

حيث $Kn_c$ هي كفاءة تحويل البروتين الممثل إلى البروتين صافى يذهب لأنسجة الجنين .

وبالنسبة للاحتياجات من البروتين الممثل للتغير فى الوزن بالنسبة للحيوانات الحلابة فهى تتوقف على مقدار هذا التغير بالزيادة أو النقصان فكل كيلو جرام زيادة فى الوزن يحوى ١٣٨جم بروتين صافى والتالى فيحتاج إلىكمية بروتين ممثل قدرها كفاءه التحويل/١٣٨ = $MP_g$ (g/d) $138/Kn_f$

بينما فى حالة النقصان فكفاءة التحويل هنا من بروتين صافى بالأنسجة إلى بروتين ممثل = $K_{ng}$ = واحد صحيح أى ١٠٠% وهذه الكمية من البروتين الممثل يوفرها الحيوان لانتاج اللبن وبالتالى فيتم طرحها من الاحتياجات الكلية بينما عند الزيادة فى الوزن فالاحتياجات هنا تضاف إلى جملة الاحتياجات الكلية . وإن كانت النتائج من دراسة حديثة (مجلس البحوث القومى الامريكى ٢٠٠١) أن الكمية المستفاد منها فىحالة نقص الوزن هي ٦٨جم بروتين وليس ١٣٨جم كما تشير إليه دراسات مركز البحوث الزراعية والأغذية البريطانى ١٩٩٣م .

قبل توضيح كيفية حساب تلك الاحتياجات نوضح أولاً كيف يتم حساب كل من $K_{nm}$, $K_{nl}$, $K_{nf}$, $K_{nc}$, $K_{ng}$

**كفاءة تحويل البروتين الممثل فى الغذاء إلى بروتين صافى بانسجة الحيوان يتوقف على مدى التماثل بين البروتين فى الحالتين من حيث الأحماض الامينية كميا ونوعا وتناسبا فيما بينهما وخاصة تلك الاحماض الامينية المحددة والتى تتواجد بنسب قليلة وأهمها الليسين والميثيونين . ففى دراسة تم تجميع مخلوط من الأحماض الامينية بنسب وكميات تماثل بروتين الجسم وسمى هذا بمخلوط من الأحماض الامينية النموذجى**

**(Iaa) Ideal amino acid mixture** ووجدت كفاءة التحويل لهذا المخلوط إلى أحماض امينية بجسم الحيوان . $K_{iaa}$ تساوى ١٠٠% لتغطية الاحتياجات الحافظة بينما كانت تلك القيمة ٨٥ % لتغطية الاحتياجات الأخرى (انتاج اللبن ، تسمين ، تناسل ، انتاج صوف ....) وتمت مقارنة هذا المخلوط من الاحماض الامينية المثالى (النموذجى) بالأغذية المختلفة ومحتواها من الأحماض الامينية من حيث قدرتها على التحول إلى احماض امينية بأنسجة الحيوان . وتم التوصل إلى قيم نسبية بين بروتين الغذاء الطبيعى وذلك البروتين النموذجى (Relative value) فوجدت هذه القيمة النسبية كالتالى :

- ١,٠ بالنسبة لتغطية الاحتياجات الحافظة والتناسل .
- ٠,٨ بالنسبة لتغطية الاحتياجات لانتاج اللبن .
- ٠,٧ بالنسبة لتغطية الاحتياجات للنمو والتسمين .

٠,٣ بالنسبة لتغطية الاحتياجات لانتاج الصوف .

وبالـــتالى تكون كفاءة تحويل البروتين الممثل للغذاء إلى بروتين صافى هو حاصل ضرب كفاءة البروتين المثالى (النموذجى) × القيمة النسبية .

وبالتالى تكون $K_{nm}$ كفاءة تحويل البروتين الممثل للغذاء إلى بروتين صافى لتغطية الاحتياجات الحافظة

$K_{nm}$ = ١٠٠ × ١,٠ = ١٠٠% = ١,٠ واحد صحيح

$K_{nL}$ = ٠,٨٥ × ٠,٨ = ٦٨% = ٠,٦٨

$K_{nf}$ = ٠,٨٥ × ٠,٧ = ٥٩,٥% = ٠,٥٩٥

$K_{nc}$ = ٠,٨٥ × ١ = ٨٥% = ٠,٨٥

$K_{nw}$ = ٠,٨٥ × ٠,٣ = ٢٦% = ٠,٢٦ لانتاج الصوف

ولتوضيح كيفية حساب الاحتياجات من البروتين الممثل الواجب توافرها بالغذاء للمحافظة على انتاج الحيوان ونشاطاته المختلفة تتبع المثال التالى :-

أحسب الاحتياجات من البروتين الممثل لبقرة وزنها ٦٠٠كجم وتدر ١٥كجم لبن يومياً وهى عشـــار فى الشهر السادس ووزن العجل عند الولادة المتوقع ٤٠كجم وهى تفقد من وزنها ٠,٢كجم يومياً ونسبة الدهن باللبن ٤% وهى من سلالة متأخرة النضج .

$M_{PM+p}(gm/d)=(N_{Pm}/K_{nm}+N_{Pl}/K_{nL}+N_{Pc}/K_{nc}+N_{Pg}/K_{ng})$ البروتين الممثل لتغطية الحافظة والانتاجية (جم/يوم)

$N_{Pm}$ gm/d = $2.3w^{0.75} = 2.3 \times 600^{0.75} = 2.3\times 121.23 = 278.83$ gm .

$K_{nm} = 1\times1 = 1$ $N_{Pm}/K_{nm} = 278.83 / 1 = 278.83$ gm/d

$N_{Pl} = Y \times NPV/Kg$ milk

ونلاحظ أن فى المثال لم يوضح % للبروتين الخام وكذلك البروتين الحقيقى باللبن ولكن ذلك يمكن حسابه من % للدهن باستخدام المعادلة :

CP g/kg = 21.7 + 0.31 (BF)

حيث BF هو تركيز الدهن بالجرام / كيلو جرام لبن . وفى هذا المثال نجد تلك القيمة هي ٤% أى ٤٠جم / كيلو جرام لبن .

CP g/kg = $21.7 + 0.31\times40= 21.7 +12.4 = 34.1$ g/kg

وبالتالى تكونكمية البروتين الصافى باللبن $N_{PL} = 15\times 34.1 = 511.5$ g/d

وحيث أن $K_{nL} = 0.85 \times0.8 = 0.68$

$M_{PL} = NP_L/Kn_l = 511.5/0.68 = 752.21$ gm/d

$NP_c = 0.859\times w_c \times TP_t \times e^{-0.00262t}$

حيث أن قيمة t هي مدة الحمل باليوم = ٦×٣٠ = ١٨٠يوماً

$W_C$ هو وزن العجل المتوقع عند الولادة = ٤٠ كجم .

$NP_C = 0.859\times 40 \times TP_T \times e^{-0.00262 \times 180}$

$e^{-0.00262 \times 180} = e^{-0.4716} = 0.624$

$NP_C = 0.859\times 40 \times TP_L \times 0.624 = 21.44\ TP_T$

$\log_{10} TP_t = 3.7 - 5.7\ e^{-0.00262t} = 3.7 - (5.7\times 0.624) = 0.1432$

$TP_t = 0.1432$ الاعداد المقابلة للوغاريتم = 1.3906

$NP_C = 21.44 \times 1.3906 = 29.81 g/d$

$M_{Pc} = N_{Pc}/K_{nc} = 29.81/0.85 = 35.08\ gm/d$

الاحتياجات للتغير فى الوزن نلاحظ أن بقرة تفقد من وزنها ٠,٢كجم / يوم فهى تفقد من جسمها مقدار ٦٨جم بروتين تبعاً لأحدث الدراسات ×٠,٢ = ١٣,٦جم /يوم وهذه الكمية تتحرر بكفاءة قدرها ١٠٠% وبالتالى يكون البروتين المتوفر من الجسم يوجه لانتاج اللبن هو ١٣,٦جم يستخدم بكفاءة قدرها KnL = ٠,٦٨ .

وبالتالى يكون البروتين الصافى الذى يصل إلى اللبن ومصدره انسجة الجسم = ١٣,٦× ٠,٦٨=٩,٢٥جم . وهذا المقدار يتم طرحه من مجموع الكميات الواجب تقديمها حيث يقدمها الحيوان من انسجته ويتم تعويضها فى نهاية موسم الحليب وأثناء فترة الجفاف حيث لا يوجد انتاج لبن ويتم اعادة تعويض انسجة الحيوان للاستعداد لموسم الحليب التالى .

وبالتالى يكون مجموع الاحتياجات من البروتين الممثل الواجب توفيرها بالغذاء كل يوم

$= MP_{M+p}(gm/d)=(NP_m/Kn_m+NP_l/Kn_l+NP_c/Kn_c)- NP_g/Kn_l$

$= (278.83 + 752.21 + 35.08) - 9.25/0.68 = 1052.52\ gm/d$

وفيما سبق تم حساب الاحتياجات للحيوانات من الطاقة الممثلة والبروتين الممثل ويجب الآن اعداد مكونات وكميات كل مكون من المصادر الغذائية المتوفرة من الطاقة الممثلة والبروتين الممثل . فلا بد أولاً من التعرف على المصادر الغذائية المتوفرة ومحتوى كل مصدر غذائى من الطاقة الممثلة والبروتين الممثل .

| مصدر الغذاء | مادة جافة جم/كجم | طاقة ممثلة ميجاجول لكل كجم | طاقة ممثلة قابلة للتخمر ميجاجول/كجم | بروتين خام جم/كجم | بروتين يتحلل ميكروبيا ٠,٠٥ (١) | بروتين لا يتحلل ميكروبيا ٠,٠٥ (١) | معامل هضم البروتين الغير متحلل | نيتروجين بجدر الخلايا ADIN gn/kg | بروتين ممثل جم/كجم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حشائش مرعى نجيلى | ٢٠٠ | ١٢,٦ | ١١,٧ | ١٩٠ | ١٣٤ | ٤٢ | ٠,٨٣ | ٠,٩ | ١١٥,٦,٦ |
| مرعى نجيلى وبقولى | ٢٢٩ | ٩,٨ | ٧,٠ | ١٧٤ | ١١٨ | ٢٥ | ٠,٦٥ | ٢,٢ | ٨٢,٥٣٥ |
| برسيم مجفف مطحون | ٩٠٠ | ٨,٨ | ٧,٨ | ١٦٠ | ٧٦ | ٥٣ | ٠,٧٠ | - | ٨٥,٥٥ |
| ذرة مجروشة | ٨٦٠ | ١٣,٨ | ١٢,٤ | ١٠٢ | ٣٣ | ٦١ | ٠,٩٥ | - | ٧٨,٩٩ |
| جلوتين الذرة | ٨٩٠ | ١١,٨ | ١٠,٣ | ٢٠٧ | ١٤٩ | ٢٢ | ٠,٧١ | ١,٤ | ١٠٤,٣٩٥ |
| رجيع كون | ٨٨٦ | ٧,١ | ٦,٩ | ١٤٢ | ٦٥ | ٦٥ | ٠,٨٥ | - | ٩٦,٦٨٨ |
| مولاس | ٧٥٠ | ١٣,١ | ١٣,٠ | ١١٨ | ٩٤ | صفر | صفر | - | ٥٩,٩٢٥ |
| كشب القطن مقشور | ٩٢٤ | ١١,١ | ٨,٨ | ٣٧٥ | ٢٢٢ | ١٠٩ | ٠,٨٥ | - | ٢٣٤,١٧٥ |
| كسب عباد الشمس | ٨٩٨ | ٩,٦ | ٨,٨ | ٣٣٦ | ٢٤٩ | ٤٩ | ٠,٧٧ | ٢,٠ | ١٨٦,٨٤٣ |
| كسب فول الصويا | ٩٠٥ | ١٣,٣ | ١٢,٧ | ٤٩٧ | ٣١٣ | ١٤٦ | ٠,٨٥ | ٢,٢ | ٣١١,٩٥ |
| مركزات للحيوانات الحلابة | ٨٦٠ | ١٢,٧ | ٩,٩ | ٣٠٠ | ١٩٦ | ٧٣ | ٠,٨٣ | ١,٣ | ١٧٨,٧٩٦ |
| مركزات حيوانات اللحم | ٨٦٠ | ١٢,٩ | ١١,٠ | ٣٧٥ | ١٣٢ | ٤١ | ٠,٨٣ | ١,٢ | ٢٢٥,٠٣٥ |
| مركزات للفاج االمرصفات | ٨٦٠ | ١٢,٤ | ١٠,٤ | ٢٠٦ | ١٤٣ | ٤٠ | ٠,٨٣ | ٠,٨ | ١٢٠,٢١٣ |
| مركزات تسمين حملان | ٨٦٠ | ١٢,٨ | ١١,٠ | ١٩٥ | ١٢٨ | ٤٥ | ٠,٨٤ | ٠,٧ | ١١٥,٧٣٥ |
| مركزات للماعزالحلاب | ٨٦٠ | ١٢,٥ | ١٠,٤ | ٢٠٦ | ١٣٨ | ٤٤ | ٠,٨٢ | ٠,٩ | ١١٩,٤٤٣ |
| تبن قمح | ٨٥٠ | ٦,١ | ٥,٧ | ٣٩ | ٢٣ | ٨ | ٠,٦١ | ٠,٨ | ١٦,٤٩٣ |
| قشور فول الصويا | ٨٦٠ | ١٣,٢ | ١٢,٦ | ١٤١ | ٨٠ | ٣٩ | ٠,٧٥ | ١,٨ | ٧١,٨١٣ |
| AFRC (1993) | | | | | | | | | |

(١) قيمة البروتين الذى يتحلل عندما يكون معدل مرور الكتلة الغذائية من الكرش هو ٠,٠٥/ ساعة .

**مثال :**

**كيف يمكن تكوين عليقة تغطى احتياجات بقرة وزنها ٦٠٠كجم وتعطى ٣٠كجم لبن يومياً نسبة الدهن به ٤,٠٦% وتفقد من وزنها ٠,٥كجم . وإذا علمت أن الاحتياجات من الطاقة الممثلة ٢٠٥,٠ميجا جول ، البروتين الممثل ١٦٢٥جم /يوم .**

**بالاستعانة بالجدول السابق يمكن اختيار هذه المكونات : برسيم ٥كجم ، تبن قمح ١ كجم ، ذرة مجروشة ٥كجم ، ردة ٤,٥كجم ، كسب قطن مقشور ١,٥كجم ، كسب فول صويا ٠,٥كجم ، مولاس ١كجم .**

| Feed | Fresh weight kg | Dry weight kg | ME MJ | FME MJ | CP gm | ERDP gm | DUP gm | MP gm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barseem | | 5 | 40 | 32.0 | 970 | 700 | 14.25 | |
| Straw | | 1 | 6.4 | 5.9 | 42 | 23 | 4.0 | |
| Crushed corn | | 5 | 69 | 62.0 | 410 | 165 | 189.8 | |
| Wheat bran | | 4.5 | 53.6 | 46.8 | 846 | 562.5 | 156.8 | |
| Cotton seed meal | | 1.5 | 16.7 | 13.2 | 562.5 | 333 | 139.0 | |
| Soyabeen meal | | 0.5 | 6.7 | 6.4 | 248.5 | 156.5 | 56.2 | |
| Molasses | | 1.0 | 13.1 | 13.0 | 118.0 | 94.0 | - | |
| Total | | 18.5 | 205.5 | 179.3 | 3297 | 2034 | 660.1 | 1956.8 |
| Requirements | | 18.0 | 205.0 | | | | | 1625.0 |

CP(g/kg) = 3297/ 18.5 = 178.22 g/kg DM = 17.8%

**ملاحظات :-**

**١- كمية الغذاء المقدمة فى حدود ٣% من وزن الحيوان وهى نسبة مقبولة .**

٢- ثم تغطيه الاحتياجات من الطاقة الممثلة مع وجود زيادة طفيفة جداً .

٣- ثم تغطية الاحتياجات من البروتين الممثل مع وجود فائض قدره ٣٣١,٨جم ويمكن قبوله لزيادة % للبروتين فى اللبن ويمكن خفض تلك الزيادة بتقليل كمية مصادر الغذاء الغنية بالبروتين الغير متحلل بالكرش (DUP) مع مراعاة المحافظة على كمية الطاقة الممثلة .

٤- بقسم كمية البروتين الميكروبى الفعلى المتكون ERDP ÷ كمية الطاقة الممثلة القابلة للتخمر أى أن كل ميجاجول طاقة ممثلة قابلة للتخمر

2034/179.3 = 11.34 gm cp/ lMJFME

أى أن كل ميجاجول طاقة ممثلة قابلة للتخمر كونت كونت ١١,٣٤ جم بروتين ميكروبى وهذا معناه أن مستوى التغذية L = 3 تقريباً حيث الحيوان عالى الانتاج .

مثال آخر :

لتكوين عليقة تغطى الاحتياجات من الطاقة الممثلة والبروتين الممثل لذات البقرة وبالتالى تكون اجمالى الاحتياجات ٢٠٥ميجاجول طاقة ممثلة/يوم ، ١٦٢٥جم بروتين ممثل كل يوم .

بالاستعانة بالجدول السابق يمكن استخدام ١٠,٥كجم سيلاج حشائش (على اساس المادة الجافة) وكذلك ٧,٠كجم مركزات حيوانات حلابة (١٨% بروتين خام ، ٧% دهن ، ٧ % ألياف ، ١٣طاقة ممثلة)

| Feed | Fresh weight kg | DM kg | ME MJ | FME MJ | CP gm | RDP gm | DUP gm | MP gm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grass silage | | 10.5 | 116 | 85 | 1491 | 956 | 189 | |
| Dairy compound 18%CP ,7%Oil , 7%Fiber , 13MJME | | 7.0 | 91 | 72 | 1435 | 861 | 396 | |
| Total | | 17.5 | 207 | 157 | 2926 | 1817 | 585 | 1686 |
| Requirements | | 18.0 | 205 | | | | | 1625 |

ملاحظات :-

١- كمية المادة الجافة المستهلكة فى حدود ٣% من وزن الحيوان (٦٠٠كجم) ويستطيع الحيوان استهلاكها .

٢- كمية الطاقة الممثلة تزيد عن الاحتياجات بمقدار ضئيل وهذا مقبول لاحتمال الاختلافات الفردية بين الحيوانات .

٣- كمية البروتين الممثل المقدمة تغطى الاحتياجات وهناك زيادة بسيطة ٦١جم وهذا مرغوب فيه لتشجيع زيادة % للبروتين فى اللبن وزيادة كمية اللبن .

٤- كمية البروتين الميكروبى المتكون ١٨١٧ وتقسمها على الطاقة الممثلة القابلة للتخمر ١٥٧ميجاجول ١٨١٧÷١٥٧=١١,٧٥جم بروتين ميكروبى /ميجاجول طاقة

ممثلة وهذا معناه أن مستوى التغذية يزيد قليلاً عن ٣ أمثال الاحتياجات الحافظة وهذا يناسب حيوانات اللبن عالية الادرار .

٥- تركيز البروتين الخام فى العليقة = ٢٩٢٦÷١٧,٥ =١٦٧,٢جم/كجم =١٦,٧%

وهذا فى العليقة بكاملها الغذاء المالئ والغذاء المركز .

# المراجع العربية


أصول التغذية لحيوانات دواجن المزرعة — أ.د. محمد على رأفت

الاسس العلمية لتغذية الحيوان والدواجن — أ.د. أحمد كمال أبو رية

تغذية حيوانات المزرعة — أ.د. إيهاب الهلالى

تغذية الحيوان القواعد الاساسية ومواد العلف — أ.د. أحمد غنيم

تغذية الحيوانات المزرعة — أ.د. محمد فؤاد بدر

تغذية الحيوان "كتاب مترجم" العراق د. سعد عبد الحسين ناجى & د. طلال يوسف بطرس

تغذية الحيوان "كتاب مترجم" العراق د. أحمد الحاج طه & د. عطا الله سعيد محمد & د. محمد رمزى

# المراجع الاجنبية


Abd El- Ghani, A.A. (1994) Utilization of Ponltry Litter by Gestating Beet Cattle "Ph. D., Fac. Of Agric. Minia , Univ, Egypt

E. W. Crampton and L.E. Harris   Applied Animal Nutrition

R. Gillespie 87 Delmar Publishers, Inc. 2 Computer Dnce west, Box15-015 A, bumy, Ny. USA Animal Nuturation and feeding farmes

Animal Nutrition Fourth Edition

Greenhalgh J.F.D. and Edwards R.A. P. Mc Donald, 1994

church D. C. poud W. G. (1988), D. C. church and K.R. poud (1995) Basic Animal Nutrition and feeding farth edition  Third edition

. Haresign J. A. and Cole W (1988) Recent advances in Animal Nutrition (1984) Livestock feeds and Feeding

Church D.C. (1998) Kellner O. Richard O. Kellems Morrison F. B. (1957)The Scientific feeding of Anomals Feeds and Feeding

Shirley R. L. (1986) Nitrogen and Energy Nutrition of Ruminants

NRC National Research Councel Nutrient requirements of dairy cattle (2001)

"Ensminger, M. E., Old field, J. E. and Heinemann. 1990"  Feeds and Nutrition the Ensminger pubishing Corpony 648 west sierra Ave, P.o Box 429 Clovis, California 93612, USA .

